

SVAZARM v roce 1983

Svaz pro spolupráci s armádou jako vydavatel Amatérského radia i organizace rozvíjející činnosti v elektronice vstoupí do roku 1983 s úsilím završit úkoly uložené VI. sjezdem Svazarmu z roku 1978. Půjde o rozhodný nástup ke zkvalitnění vnitřního života organizace ve smyslu závěrů 9. zasedání ÚV Svazarmu a cílevědomé prohlubování podílu Svazarmu na polytechnické výchově i zkvalitňování branné technické činnosti podle závěrů 10. zasedání ÚV Svazarmu, která se uskutečnila v roce 1982.

Předsjezdová aktivita a iniciativa svazarmovců bude orientována do těchto hlavních oblastí činnosti:

První tvoří samotná předsjezdová kampaň, v které svazarmovci zhodnotí, jak se jim podařilo splnit závěry VI. sjezdu Svazarmu, jakým způsobem naplňují základní organizace Svazarmu svůj program, stanovený pro zájmovou brannou činnost především koncepcemi jednotlivých odborností. Předsjezdová kampaň bude jistě příležitostí pro odhalování rezerv v zájmových branných činnostech v elektronice i v celkovém prohlubování společenské funkce Svazarmu, bude příležitostí k ocenění stovek obětavých dobrovolných funkcionářů i k efektivnějšímu ro-

zestavení sil, schopností a zkušeností aktivu organizace.

Na výročních členských besedách hifi-klubů i radioklubů, které předcházejí výročním členským schůzím ZO Svazarmu, půjde především o náročné zhodnocení stupně realizace koncepce rozvoje elektroakustiky a videotechniky, příp. koncepce rozvoje radioamatérství, o hledání příčin, proč se dosud v mnoha klubech nenaplnují koncepce komplexně jako ucelený program vyžadující rovnováhu v plnění společenských potřeb i v uspokojování individuálních zájmů. Okresní a krajské aktivity odbornosti elektroniky, které předcházejí okresním a krajským konferencím Svazarmu, budou orientovat pozornost na to, jaké politické, metodické, odborné, kádrové a materiálové podmínky vytvářely pro rozvoj radioamatérství i elektroakustiky a videotechniky, v čem jsou příčiny až dosud neuspokojivého masového nárůstu radioklubů a hifi-klubů i počtu v nich zapojených členů. Tak posoudí účinnost řízení svazarmovských činností v elektronice, připraví půdu pro kvalitu jejich rozvoje i efektivnost jejich působení v rámci jediných společných metodickoobdobných orgánů svazarmovské elektroniky.

V druhé oblasti bude činnost Svazu pro spolupráci s armádou zaměřena na splnění požadavků pro ozbrojené síly. Svazarmovcům, zabývajícím se elektronikou, půjde o konkrétní pomoc ve výcviku branců, kde je elektronika jedním z hlavních oborů, i o efektivnější využívání audiovizuální a výpočetní techniky při modernizaci učebně výcvikové základny branné přípravy i civilní obrany tak, jak stanovilo 5. zasedání ÚV Svazarmu.

Třetí oblast činnosti Svazarmu v roce 1983 se týká rozvoje zájmové branné činnosti, tudíž i rozvoje radioamatérství, elektroakustiky a videotechniky. Půjde především o důslednější naplňování přijatých koncepcí jednotlivých odborností tak, aby obsah činností ještě více přispíval k branné připravenosti občanů, zejména mládeže, k profesní orientaci mládeže a její orientaci na moderní techniku. Tento úkol se musí stát věcí především všech základních organizací a okresních výborů Svazarmu. Hlavní nároky na změny myšlení v řídicí práci budou položeny na pochopení významu podílu Svazarmu na polytechnické a odborně technické výchově mládeže a pracujících při naplňování potřeb obrany země i pomoci Svazarmu národnímu hospodářství. To předpokládá zvyšovat organizovanost ve svazarmovské elektronice, rozvíjet technickou tvořivost, i další rozvoj radioamatérského provozu i radioamatérských sportů a audiovizuální tvorby.

Intenzivněji bude svazarmovská organizace pokračovat ve výstavbě kabinetů elektroniky a v rozvoji středisek pro využívání školních mikropočítačových systémů.

Ve smyslu závěrů VI. sjezdu Svazarmu se požaduje, aby alespoň 90 % základních organizací zabývajících se elektronikou ustavilo a pečovalo o vlastní oddíl anebo kroužek mládeže do 15 let a ale-



Radiokluby a hifi-kluby ZO Svazarmu vycházejí ve své činnosti z velkého zájmu mládeže o elektroniku

Předpokladem rozvoje zájmové činnosti v elektronice jsou rozsáhlé znalosti oboru. Ty se ověřují při soutěžích i školeních pomocí testů



Polytechnická výchova ve Svazarmu je završena samostatnou konstruktérskou činností, představovanou veřejnosti při radioamatérských technických soutěžích a přehlídkách Hifi-Ama



Technická tvořivost na nejvyšší úrovni má charakter zlepšovatelejšího a novátorského hnutí. Na snímku přístroj pro měření teploty kontaktů elektrických vedení z všesvazové výstavy sovětských amatérů

spoň 10 % těchto základních organizací provozovalo kroužek mládeže středního věku.

Dosavadní neprůkazné výsledky v masovém rozvoji zájmové branné činnosti vyžadují zvýšit počet radioklubů a hifi-klubů alespoň o 20 % a v nich organizovaných členů alespoň o 30 %.

Ústřední výbor Svazarmu předpokládá, že dalšímu rozvoji elektroniky ve Svazarmu pomůže především zobrazení zkušeností z práce s dětmi s cílem sjednocovat jeho obsah nejen uvnitř Svazarmu, ale i ve spolupráci s domy pionýrů a mládeže, pionýrskými skupinami a kroužky základních škol, stejně pak s mládeží středního věku ve spolupráci se Socialistickým svazem mládeže a resortem školství.

Radikální změny se budou připravovat v oblasti technických soutěží v elektronice, tedy technických soutěží radioamatérů, přehlídek Hifi-Ama, konkursů vyhlašovaných Amatérským rádiem, tematických úkolů vyhlašovaných ÚV Svazarmu a – doufejme – i dalších organizací. Půjde o vytvoření jednotného systému technické tvorivosti v elektronice tak, aby umožnil účinněji naplňovat nápady svazarmovských i dalších konstruktérů ve prospěch materiálně technické základny Svazarmu i rozvoje národního hospodářství. Nemale zkušenosti z této aktivity lze využít nejen z našich soutěží, ale i sovětských přehlídek technické tvořivosti v elektronice.

Svazarmovcům půjde v zájmové branné činnosti v elektronice o růst kvality vlastní činnosti. O zlepšení podmínek pro radioamatérské vysílání, o větší počet mládeže v kolektivních stanicích. Půjde o cílevědomost ve zvládnutí základů elektroniky větším počtem dětí a mladých lidí, o zvyšování kvality technické tvořivosti a její další orientaci na zlepšovatelé a novátorské hnutí. Jejich snaha bude

orientována nejen na pronikání číslicové techniky do radioamatérství a elektroakustiky, ale o vytvoření podmínek pro to, aby se zájmová činnost ve výpočtové technice v základních organizacích Svazarmu nikoli jen proklamativně, ale skutečně rozvinula.

Politickovýchovná práce jako čtvrtá oblast činnosti Svazarmu ve sjezdovém roce 1983 bude zaměřena na upevňování branného vědomí členů organizace, na nedělitelné prostoupení ideové a odborné činnosti v radioamatérském vysílání i v radioamatérských sportech a v neposlední řadě na účinnějším podílu audiovizuální tvorby na politickovýchovné práci i odborné výcvikové činnosti. Pozornost ideové výchovné a masové politické činnosti svazarmovců v předsjezdové kampani bude orientována k významným historickým mezníkům, jakými jsou 35. výročí Vítězného února, 65. výročí vzniku Sovětské armády, 40. výročí bitvy u Sokolova, 45. výročí mnichovské zraady, 40. výročí Smlouvy o přátelství, vzájemné pomoci a poválečné spolupráci mezi Československem a Sovětským svazem.

Pro upevnění vnitřního života základních organizací a jejich hifi-klubů a radioklubů budou mít inspirující význam závěry 9. zasedání ÚV Svazarmu. Zvlášť závazným úkolem, jehož správné pochopení bude třeba v předsjezdové kampani objasňovat, bude integrace v metodickoobdobném řízení svazarmovské elektroniky.

Ústřední výbor Svazarmu má mimořádný zájem, aby se i nadále rozvíjela co nejlépejší a nejhodnotnější činnost radioklubů a hifi-klubů podle koncepcí rozvoje, které jim na základě zkušeností z činnosti základních organizací byly stanoveny. Na druhé straně je přesvědčen, že co nejrozmanitější činnost klubů a kroužků základních organizací by měla být řízena společnými okresními, krajskými,

republikovými radami elektroniky včetně rady ústřední. Půjde však všem o to, aby v radách byli především takoví funkcionáři, kteří dokáží metodickoobdobně řídit všechny stávající i budoucí svazarmovské činnosti v elektronice a kteří nebudou zjednodušovat řízení jen na svou osobní zálibu. V mnohém v tomto směru může pomoci přimknout se k oborovým závodům a ústavům, kde se již vztah ke společnému elektrotechnickému resortu postupně vytváří.

Pravda, jak je již uvedeno výše, jednota metodickoobdobného řízení svazarmovské elektroniky neznámená – a ani nesmí znamenat – sloučení činností v základních organizacích, ale další podporu jejich přitažlivosti a pestrosti, hlavně pro mládež. Tedy jednota řízení svazarmovské činnosti v elektronice a rozmanitost činnosti ZO Svazarmu a jejich klubů a kroužků, ať již jsou to radiokluby, hifi-kluby, kluby výpočetní techniky atd. Nikdo nemá zájem nutit radioamatéra-vysílače k audiovizuální tvorbě a naopak. Máme však zájem nabídnout pestrou činnost v elektronice pod jednotným metodickoobdobným řízením nejen stávajícím členům, ale i dalším zájemcům o elektroniku, kterých jsou tisíce i mezi našimi čtenáři.

Svaz pro spolupráci s armádou má mimořádný zájem, aby v roce 1983 uskutečnil výrazný krok k dosažení optimálního sladění potřeb pro rozvoj hnutí a splnění hlavních úkolů s ekonomickými možnostmi a celospolečenskými potřebami. K tomu bude hledat možnosti účelnějšího využívání vlastních zdrojů, rozvíjet činnost krajských kabinetů elektroniky, bude preferovat práci s mládeží a využije zlepšených podmínek pro rozvoj spolupráce s resorty federálního ministerstva elektrotechnického průmyslu, federálního ministerstva spoju a dalšími hospodářskými a společenskými organizacemi.

Svazarm jako organizace rozvíjející činnost v radioamatérství, elektroakustice, videotechnice a dalších elektronických zájmových činnostech i jako vydavatel našeho časopisu stanoví v roce 1983 program pro širší, pestřejší a kvalitnější uspokojování zálib našich čtenářů. K jejich prospěchu i pro rozvoj společnosti.

Vladimír Gazda



Svazarmovské hifi-kluby pomáhají zabezpečit branné sportovní činnost i masové politickou práci například zvukovou technikou

Vhodným doplňkem letní aktivity v zájmové činnosti v elektronice jsou branné prvky z jiných svazarmovských odborností



Nejmasovějším z radioamatérských branných sportů je rádiový orientační běh, který má navíc velmi dobrý vliv na rozvoj fyzické zdatnosti mládeže



Jedním z nejvhodnějších prostředků, jak získávat zájemce o radiotechniku a elektroniku již mezi dětmi, jsou radioamatérské branné sporty. Na snímku záběr z disciplíny sportovní telegrafie

PŘIJĎTE SE PODÍVAT

Podle výsledků čtenářského průzkumu z roku 1976 není většina čtenářů AR, jehož vydavatelem je ÚV Svazarmu, členy naší branné organizace. O co všechno přicházejí a jak mohou svým vstupem do Svazarmu svoji radioamatérskou činnost obohatit, o tom se můžete dočíst na těchto stranách.

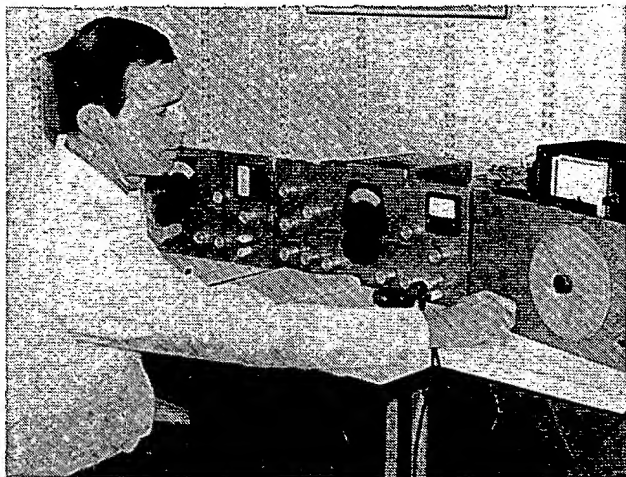
Radioamatérské branné sporty mají u nás ve Svazu pro spolupráci s armádou dlouhou tradici a dobře propracovaný a fungující systém soutěží. Jejich půvab spočívá v tom, že kromě vyžití konstruktérského je jejich součástí pohyb v přírodě, na zdravém vzduchu a že přinášejí vzrušující pocity závodníka, případně uspokojení vítěze. Všechny uvedené klady radioamatérských branných sportů přitahují do řad svazarmovských radioamatérů hlavně mládež, ale zkusit si je – třeba zcela nezávazně – může každý radioamatér bez ohledu na věk.

Vysílání na KV a VKV

má mezi radioamatérskými sporty nejdelší tradici (sahající do 20. let), i když se označení „sport“ dlouho pro tuto činnost nepoužívalo. Je a asi zůstane u nás i ve světě nejrozšířenějším radioamatérským sportem. Konstruktérská činnost, orientovaná hlavně na vysílání a přijímací techniku, je doplňována požadavky na provozně-operátorskou zručnost a jazykové znalosti. Cílem radioamatérů vysíláčů a jejich konstruktérské práce je navazování spojení s jinými radioamatérskými stanicemi na celém světě – radiotelegraficky,

Že jsme nějak zamluvili slíbený pohyb na čerstvém vzduchu? Nikoliv. Ten je nezbytný hlavně pro vyznavače velmi krátkých vln, které vzhledem k přímočarému způsobu šíření prostorem vyžadují, aby byly vysílací stanice umístěny co nejvýše. V praxi to znamená vyšplhat se s celým vysílacím a přijímacím zařízením, s akumulátory, s anténou, s potravinami atd. v ruksaku třeba na Králický Sněžník nebo i na Gerlachovku a tam zbudovat

Miroslav Matuška, OK2PEE, syn populárního Františka Matušky, OK2PAF. Jejich amatérská vysílací a přijímací zařízení jsou perfektní jak po stránce konstrukční, tak i designem



Vysílání na krátkých vlnách. RNDr. Václav Všecký, CSc., s volací značkou OK1ADM navázal jako první československý radioamatér spojení se všemi zeměmi světa s vysílacím i přijímacím vlastní konstrukce

vidla v předem určené časové lhůtě navázat co největší počet spojení s jinými radioamatérskými stanicemi. Co si představit pod pojmy „co největší počet spojení“ nebo „předem určená časová lhůta“? Tak například 2500 spojení navázaných za dobu 48 hodin, což je výsledek jednoho z našich nejlepších závodníků na krátkých vlnách Jiřího Krále, OK2RZ, z Ostravy, který znamenal v mezinárodní soutěži CQ WW DX contest v roce 1979 první místo v evropském hodnocení.

Z radioamatérského vysílání a jeho nejstarší modifikace – radiotelegrafie – se počátkem 50. let vydělil další radioamatérský branný sport –

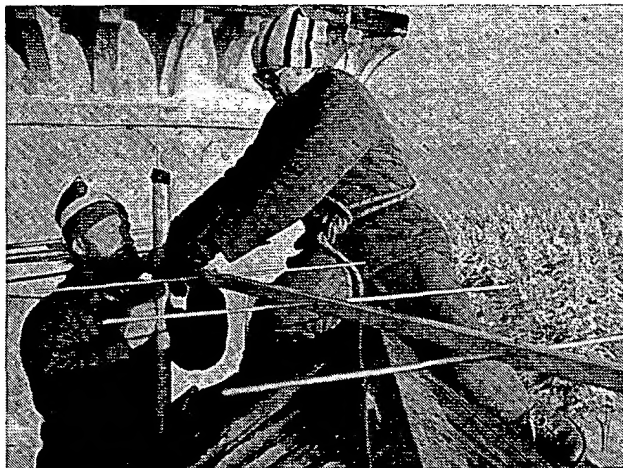
sportovní telegrafie,

dříve nazývaná rychlotelegrafie. Soutěže v telegrafii (používaným telegrafním

radiotelefonicky, radiodálnopisem i pomocí televizního obrazu. Za tím účelem mají radioamatéři přiděleny Mezinárodní telekomunikační unii (ITU – International Telecommunication Union) kmitočtové úseky, v nichž panuje téměř nepřetržitý úhlý provoz. Podle toho, jakých vlnových délek radioamatéři k navazování spojení využívají, se rozdělují na příznivce krátkých nebo velmi krátkých vln.

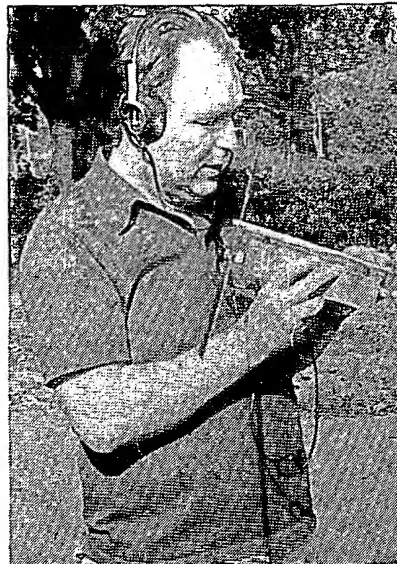
Z psychologického hlediska má sportovní stránka amatérského vysílání hodně společného se sportovním rybářstvím. Analogie je nábledná. Však také některé slangové výrazy jsou pro oba obory společné: ulovit štika stejně jako ulovit vzácnou stanicí, zabrat na návnadu podobně jako na volání CQ a v poslední době také klepnout třebas Japonce stejně jako klepnout kapra.

Stavba antén pro radioamatérské vysílání vyžaduje také určitou dávku odvahy. Tato anténa je určena pro pásmo VKV 145 MHz a chystají si ji na střeše hotelu na Klínovci ing. Jaromír Vondráček, OK1ADS, (vlevo) a ing. Ivan Matys, OK1DIM, z pražského radioklubu Smaragd, OK1KRG





◀ Otec a trenér Jan Matoška, OK1IB, a syn Pavel, OL3BAQ, držitel dalšího čs. rekordu ve sportovní telegrafii v disciplíně klíčování číslic na rychlost (výkon 260 PARIS, tj. asi 145 číslic za minutu)



Snad největší zásluhu na tom, že ČSSR patří v ROB ke světové špičce, má Karel Souček, OK2VH, který zprvu jako závodník, později jako funkcionář a státní trenér zasvětil „lišce“ prakticky celý život

◀ kódem je výhradně mezinárodní telegrafní abeceda, běžné – ale nepřesné nazývaná Morseova abeceda) byly sice pořádné už před druhou světovou válkou, ale tehdy nikoliv pro radioamatéry, nýbrž především pro pracovníky poštovních úřadů. Po vzniku Svazu pro spolupráci s armádou a podle příkladu SSSR se u nás začaly v 50. letech objevovat snahy o organizaci soutěží v sálové telegrafii pro radioamatéry. Její hlavní význam spočívá v tom, že vede každého ke snaze o neustálé zlepšování znalosti a umění telegrafie a tak přispívá k provozní zručnosti všech radiooperátorů, ať už civilních, vojenských nebo amatérských. Sportovní telegrafie je sportem, provozovaným v místnosti a v naprostém tichu. To proto, že musí být vytvořeny pokud možno ideální podmínky k vrcholným výkonům telegrafistů. Soutěží se v klíčování (vysílání) na rychlost, v příjmu na rychlost se zápisem rukou a v klíčování a příjmu na přesnost.

Rádiový orientační běh

měl původně malebné, výstižné a vtipné označení hon na lišku. Nezdálo se však dosti důstojné, a proto byl zaveden oficiální název ARDF (Amateur Radio Direction Finding), do češtiny přeložený jako ROB (rádiový orientační běh). Od té doby už v lese neběhají liškaři, nýbrž rádioví orientační běžci a všichni dohromady máme problémy s terminologií.

Což však nic neubírá na kráse tomuto sportu. Jeho princip je zdánlivě velmi jednoduchý: zaměřit a vyhledat pomocí radiopřijímače několik (zpravidla 3 až 5) ve volné přírodě ukrytých vysílačů, pracujících v jednodurkových intervalech v těchto kmitočtových pásmech, jaká používají radioamatéři vysíláči (80 metrů a 2 metry, tj. 3,5 MHz a 145 MHz). Ve skutečnosti to úkol tak jednoduchý není:



◀ Podporučice ČSLA Mária Farbiaková je desetinasobnou mistryní ČSSR ve sportovní telegrafii a držitelkou dvou současných čs. rekordů: v příjmu písmen výkonem 250 PARIS (asi 210 písmen za minutu) a v příjmu číslic výkonem 360 PARIS (tj. asi 200 číslic za minutu)

Díky rozvětvenému systému soutěží v telegrafii u nás může kouzlo soutěže v telegrafii zkusit každý – i ten, kdo se za rychlotelegrafistu nepovažuje. Na místních, okresních nebo i krajských přeborech se výkonnost a tedy i rychlosti pohybují v mezích norem „běžných radioamatérů-provozářů“. Při mistrovství a mezinárodních soutěžích jsou pak přijímané a vysílané rychlosti už vyšší a nejlepší světoví telegrafisté dokáží v krátkém časovém intervalu (zpravidla 1 minuta) překonat co do telegrafní rychlosti i běžný (50 Bd) dálkopisný stroj.

Sportovní telegrafie je z radioamatérských sportů nejméně náročná na technické vybavení závodníka – stačí telegrafní klíč (může být i obyčejný ruční), sluchátka, papír a tužka. Telegrafní abecedu se však nejprve naučte při radioamatérském provozu – je to osvědčený postup.

přístroj, který musíte objevit, má totiž rozměry přibližně 40 x 25 x 10 cm a je například ukryt v dutině stromu, mezi kořeny nebo zahrabán v listí. Pokud tedy pocíť radioamatéra-vysílače připomínají pocíť rybáře v akci, rádiový orientační běžec (liškař) nám může někdy z tohoto hlediska připomínat lovce lanýžů.

Miniaturizace v elektronice je jednou z příčin, proč se rádiový orientační běh těší u nás i ve světě značné oblibě. (ROB jako jediný z radioamatérských branných sportů má svoje pravidelné mistrovství světa). Přijímač, využívající integrovaných obvodů nebo tranzistorů, vážící pouze několik desítek dekagramů, není pro závodníka nepohodlnou zátěží, nýbrž dobře ovladatelným sportovním nářadím. Je-li pro někoho přijímač vlastní konstrukce z nejrůznějších důvodů nedostupný, nevadí. Velmi dobré přijímače pro ROB

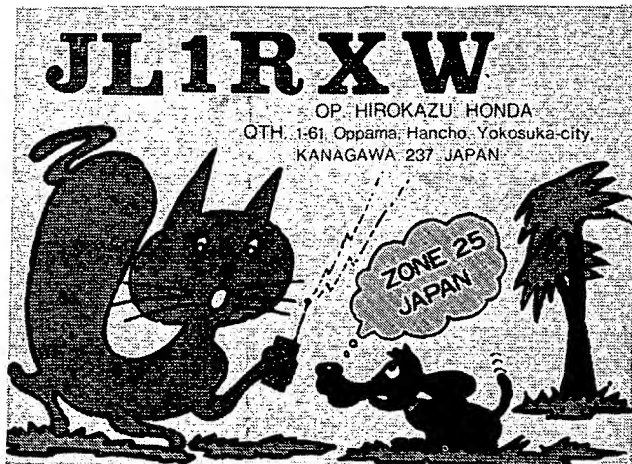


Na prvním mistrovství světa v ROB v roce 1980 v Polsku reprezentovala v kategorii žen ČSSR Marta Durcová z radioklubu Svazarmu OK3KSQ (Kysucké Nové Město)

vyrábí podnik Radiotechnika ÚV Svazarmu a jsou k dostání v prodejně radioamatérských potřeb v Praze, Budečská ulice č. 7.

Také ROB má stejně jako telegrafie, moderní víceboj telegrafistů i soutěže v radiotechnické činnosti zaběhnutý postupový systém soutěží od místních přeborů až po mistrovství ČSSR. Délky trati při ROB se pohybují od 2 do 7 km podle věku a pohlaví závodníka, podle stupně

néry a na technické zabezpečení má nejvíce potíží s rozšiřováním masové základny.) Narozdíl od doposud uvedených radioamatérských branných sportů je víceboj výsadou socialistických zemí a v ČSSR je poskytována jeho rozvoji velká podpora. Rolí popelky si totiž nezaslouží – jednak pro jeho mimořádný význam pro brannou výchovu mládeže, jednak proto, že umožňuje skutečně všestranný sportovní růst a sportovní využití.



Jednotlivé radioamatérské disciplíny mají k sobě samozřejmě velmi blízko. Například Hirokazu Honda, JL1RXW, z Japonska potvrzuje spojení, která naváže, QSL listkem, propagujícím rádiový orientační běh

soutěže a podle náročnosti terénu. Tato čísla ovšem udávají délku trati při optimálně zvoleném postupu (pořadí vyhlédání vysílačů), proto nebuďte překvapeni, až zjistíte při prvních pokusech na trati ROB, že jste naběhali dvakrát tolik. Naopak – buďte potěšeni, že jste dvojnásob prospěli svému tělu a svému zdraví.

Moderní víceboj telegrafistů

rovněž není původním názvem tohoto sportu. Původně radioamatérský víceboj,

Radiotechnické soutěže

Jejich posláním je zvyšovat úroveň technických znalostí radioamatérů a formou soutěží je srovnat a hodnotit. I pro radiotechnické soutěže platí postupový soutěžní systém a výkonnostní třídy jako v ostatních radioamatérských sportech, přestože označení „sport“ zde není zcela výstižné. Radiotechnické soutěže připomínají spíše fyzikální olympiády nebo soutěže technické tvořivosti a jsou určeny především pro radioamatéry, specializují-



Moderní víceboj telegrafistů, disciplína práce na stanici (trénink). Vlevo Lenka Uhrová, OL6BDJ (Třebíč), vpravo Radka Palatická, OL6BP (Bystrice n/P)

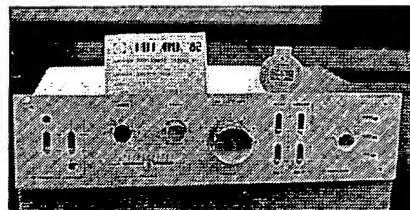
pak RTO contest, nakonec – od roku 1974 – moderní víceboj telegrafistů (MVT). Jak se měnily názvy, měnily se částečně i disciplíny víceboje. Dnes zahrnuje MVT celkem šest disciplín: vysílání ručním telegrafním klíčem, příjem telegrafní abecedy, práce s radiostanicí v terénu, orientační běh (nikoliv rádiový orientační běh, nýbrž klasický orientační běh s mapou a busolou), střelbu a hod granátem na cíl. Je tedy v každém případě nejvšestrannějším a naschopností, čas i vybavení závodníka nejnáročnějším branným radioamatérským sportem. Právě proto bývá někdy nazýván „královnou radioamatérských sportů“. (Na druhé straně pesimisté nazývají MVT popelkou, protože právě kvůli mimořádné náročnosti na závodníky i tre-

ci se na konstruktérskou činnost, kterých je mezi našimi čtenáři asi většina. Počty účastníků na soutěžích nižších stupňů tomu však zcela neodpovídají – v řadě okresů se na tuto formu branné technické činnosti zapomíná a je na okresních radách radioamatérství při každém OV Svazarmu, aby situaci napravily (když budeme důslední, zjistíme, že mnohé OV Svazarmu nepořádají okresní přebory také v ostatních radioamatérských disciplínách). Radiotechnické soutěže totiž mohou získat pro práci ve Svazarmu velké množství hlavně mladých lidí (kategorie A – pro konstruktéry nad 18 let – je sice pravidelně vypisována, ale dospělí konstruktéři narozdíl od mládeže mají před soutěžemi v tomto oboru asi větší ostych).

Kromě toho, že účastník radiotechnické soutěže předloží odborné porotě k posouzení některý ze svých radiotechnických výrobků a že absolvuje teoretický test z radiotechniky, je jeho úkolem z materiálu dodaného pořadatelem zkonstruovat předepsaný (podle stupně soutěže a věku účastníka jednoduchý nebo složitější) radiotechnický přístroj, který se po skončení soutěže stává majetkem účastníka. Při okresních přeborech se jedná třeba o tranzistorový multivibrátor, z přeboru republiky si už můžete domů odvézt například jednoduchý rádiový přijímač, což je motiv jistě dostatečně přitažlivý.

Hifi-Ama

je označení soutěžních přehlídek, pořádaných technickým odborem oddělení elektroniky ÚV Svazarmu a určených pro konstruktéry, zabývající se především nízkofrekvenční elektronikou. Byl je název trochu neslovanský (Hifi – high fidelity, Ama – amatérský), vžil se u nás a nejen to – soutěžní přehlídka Hifi-Ama si získala



Snímek ze středoslovenské krajské soutěže Hifi-Ama. Amatérská konstrukce zesilovače SA2020 HIFI autora Pavla Kvetana získala v letošním roce zlatou vísáčku a postoupila do celostátního kola Hifi-Ama

v posledních letech velkou popularitu, protože – málo platné – dobrý gramofon či magnetofon je pro návštěvníka výstavy rozhodně přitažlivější než všechny ty transceivery, transvertory a el-bugsy, působící na laika odpudivě už svým názvem, které nabízejí k prohlídce veřejnosti při příležitostech různých sympozií, výstav a setkání radioamatérů – vysíláči. Abychom však nepodporovali někde vžitou zúženou představu o práci našich hifiklubů Svazarmu: jejich poslání i poslání soutěžních přehlídek Hifi-Ama je mnohem širší. Hifikluby Svazarmu se soustřeďují kromě specializované branné technické činnosti v oblasti elektroakustiky a videotechniky také na polytechnickou výchovu veřejnosti, masové politickou práci a na služby z oblasti elektroakustiky a videotechniky (technické i programové) pro veřejnost. Na soutěžních přehlídkách Hifi-Ama jsou potom exponáty hodnoceny v několika kategoriích podle věku konstruktérů a podle zaměření a poslání elektronického výrobku. Nejen tedy konstrukce využitelné v oblasti elektroakustiky a videotechniky, nýbrž také přijaté zlepšovací návrhy z jiných oblastí elektroniky, elektrotechnické projekty, stavebnice pro výuku elektroniky, didaktické elektronické pomůcky a další.

Zkrátka v hifiklubech a radioklubech Svazarmu může najít své uplatnění a obohacení své zájmové činnosti každý. Náš výčet – i když třístránkový – je jen stručný a zdaleka ne úplný. Podrobnosti každému ochotně sdělí členové každého radioklubu nebo hifiklubu nebo pracovníci okresního výboru Svazarmu ve vašem okresním městě. Přijďte se podívat!

dva



Členové klubu digitální techniky ZO Svazarmu Příbram. Zleva stojící: ing. J. Koš, ing. P. Prause, ing. Z. Říha, ing. J. Brejška; zleva sedící: M. Zábranský, F. Horáček, ing. J. Fárka



Členové stanice mladých elektroniků se pod vedením F. Horáčka (v pozadí) učí programovat na mikropočítači 8080

DOBŘÝ PŘÍKLAD Z PŘÍBRAMI

„Mirku, báze je šluslá na zem. Vypni zdroj a dej mi novou káefku. Podívej, tady máš studeňák. Dávej si na tom pájení víc záležet. Tak, a ještě připojíme kolektor, no a můžeš to zapnout.“

„Jé, ono to vážně jde, a já jsem se s tím tolik natrápil.“

Třináct hlav se sklání nad destičkou plošného spoje se zapojením blikáče. Mirek předvádí svoji první konstrukci. Trochu se nepovedla, ale napoprvé se to promíjí. Vedoucí Stanice mladých elektroniků ing. Petr Prause OK1 DPX, si ale ví rady, jak povzbudit své mladé kolegy. Vždyť mládež vede už dvanáct let. V dobách vzniku radiokroužku se ještě učili zapojovat elektronky, ale dnes?

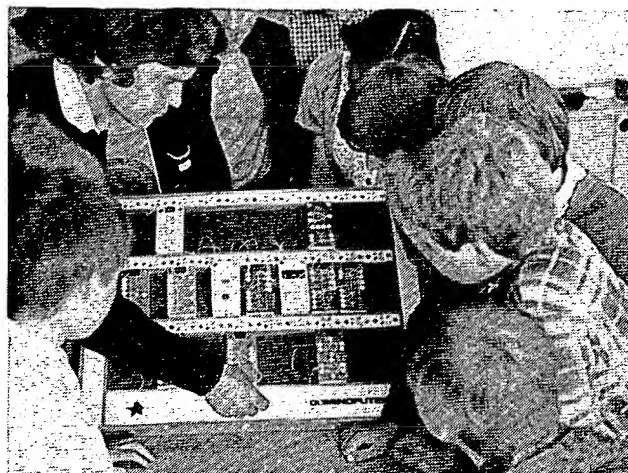
„Víte já jsem si dlouho říkal, že by se mělo pro děti, které mají zájem o radiotechniku, něco udělat. Je sice pravda, že mohou pracovat v radioklubech při kolektivních stanicích, ale na základních školách je radiokroužků zatím málo. Byl jsem tehdy vyzván ke spolupráci ředitelstvem 3. ZDŠ v Příbrami a tak vlastně vznikl ten první, tehdy ještě radiotechnický kroužek. Později jsme začali spolupracovat s radioklubem mladých OK1OFA. Stavěli jsme jednoduché přijímače a zaměřovali se hlavně na radiotechniku. S postupem času jsme však přecházeli spolu s rozvojem počítačové techniky od přijímačů

k zapojování logických obvodů, sestavování jednoduchých programů a vůbec k celé digitální technice. V mém zaměstnání je řada schopných elektroniků, které se mi podařilo zapojit do práce s mládeží.

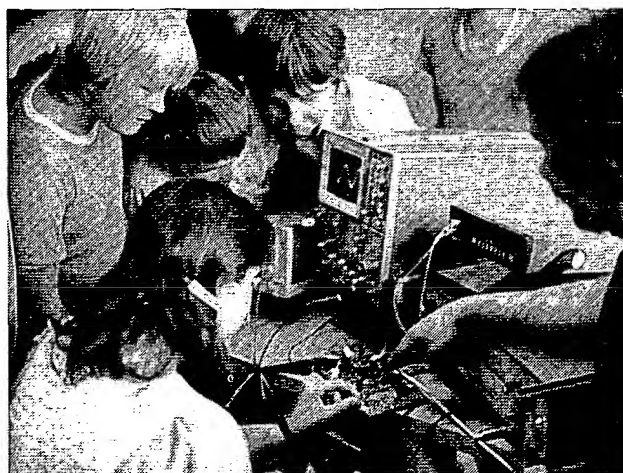
A tak vlastně vznikl pod okresním výborem Svazarmu klub zabývající se pouze digitální technikou. V současné době máme asi 25 členů nejrůznějších profesí od zedníka až po inženýry. Podařilo se nám vzbudit zájem nejen dětí školního věku, ale i středoškoláků a dospělých. Ve spolupráci s Domem pionýrů a mládeže v Příbrami byla v červnu 1982 ustavena Stanice mladých elektroniků, kam pravidelně chodí asi 30 dětí. Scházíme se v místnostech domu pionýrů a do roka snad dostaneme samostatnou buňku, což by bylo pro nás ideální. Patronát nad stanicí má několik organizací. Je to jednak ODPM, pak náš podnik VZUP a také OV Svazarmu. Klub digitální techniky poskytuje své členy pro vedení jednotlivých kroužků Stanice mladých techniků. Třeba student elektrotechnické fakulty

ČVUT Karel Hlaváč, začínal před řadou let v mém kroužku. Elektrotechnice zůstal věrný a tak nejen, že si ji vybral za své povolání, ale pomáhá i s vedením dětí. Scházíme se třikrát v týdnu a to vždy jiná věková skupina dětí. První kroužek nejmladších zájemců je ve věku asi 8–10 let. Pionýři si zde osvojují populární formou základy elektrotechniky, učí se pájet, staví si jednoduché přístroje a jde hlavně o získání manuální zručnosti. Ve druhém kroužku jsou děti ve věku od 10 do 15 let. Učí se základům elektroniky, staví si řadu složitějších přístrojů a zapojení. Učí se také již programovat. Třetí kroužek, který vedou Oldřich Habada a ing. Hynek Bakstein se věnuje výuce programování a konstrukci digitálních přístrojů a osobních mikropočítačů.

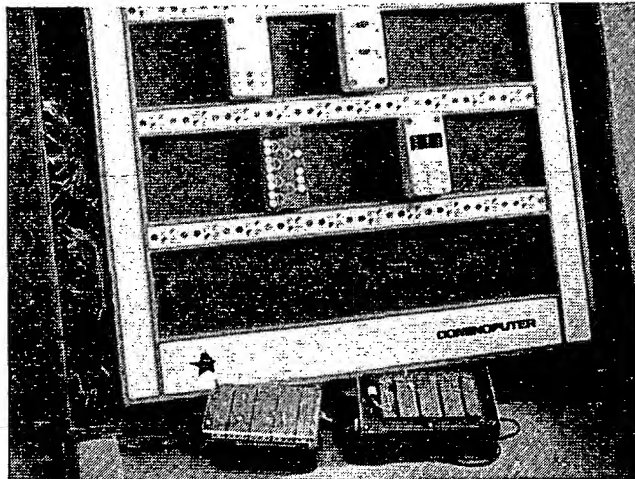
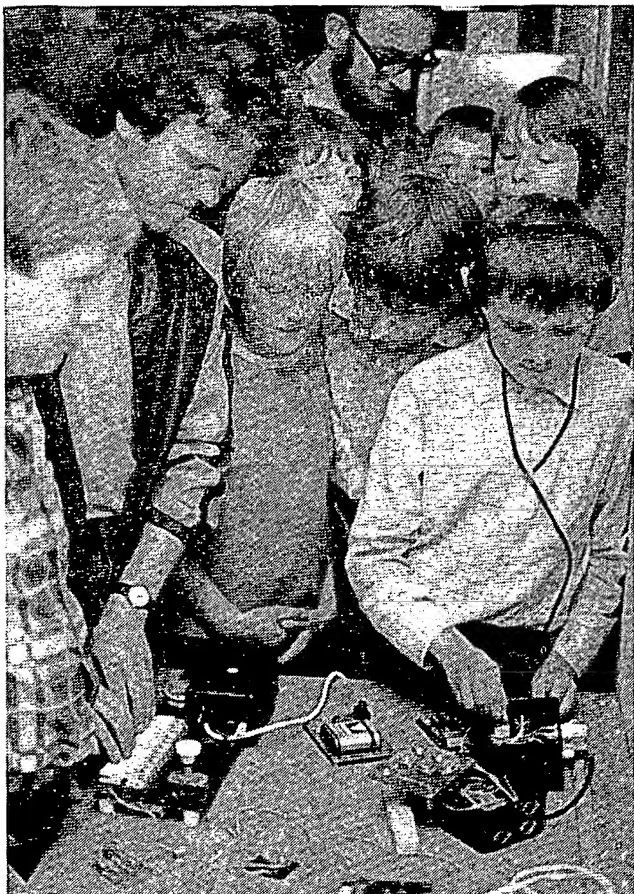
Máme již zaběhnutou praxi, že naši členové (jak členové klubu digitální techniky, tak i Stanice mladých elektroniků) jezdí jednou týdně na naše pracoviště, kde se jim věnují kolegové – elektronici a učí je základům programování a digitální techniky přímo na počítačích. Můžeme také pro výuku používat modelové pracoviště tzv. Dominoputer. Je to vlastně deska rozměrů asi metr krát metr a na ní se propojují kabelky jednotlivé integrované obvody. Lze si tedy rychle ověřit libovolně



M. Zábranský vysvětluje na demonstračním panelu „Dominoputer“ základy digitální techniky



V kroužku pracují i dívky. Pavlína Glosová se pod vedením ing. Jindry Koše seznamuje se základy elektronických zapojení



K továrně vyrobenému demonstračnímu panelu „Dominoputer“ si v kroužku digitální techniky vyrobili dva menší „kolegy“ – „Minidominoputer“ (vpravo) a „Digiboy“ (vlevo)

◀ Malá výstava prací mladých elektroniků. Petr Sloup (druhý zleva) postavil elektronický hudební nástroj a Libor Hlaváč (se sluchátký) předvádí svůj hledač kovových předmětů

zapojení. Naši členové klubu digitální techniky postavili ještě dva menší „bratříčky“. Minidominoputer, který je rozměrů asi 30 × 20 cm a nejmenší je Digi Boy, který má pouze 15 × 10 cm. Ovšem se snížením velikosti nikterak neutrpělo množství ověřovaných zapojení.

Fakta, fakta, fakta. Říkájí, že to v příbramském klubu digitální techniky dělají dobře. Zatím jsou však skryty desítky hodin práce vedoucích. Úspěchy, kterých dosahují, nejsou tedy náhodné. A proto není divu, že exponáty jejich členů se dostaly až na celostátní přehlídku Zenit do Ostravy. V okresním kole soutěže Technické tvořivosti pionýrů měli 20 exponátů, mezi nimiž byly zkoušečky diod a tranzistorů, elektronická zkoušební deska, středovlnný přijímač, hra elektronické

bludiště a jiné. To byli ti nejmenší. Starší vystavovali logické zkoušečky, hledač kovových předmětů, univerzální generátor, zkoušební desku se zdroji. Do krajského kola postoupilo šest exponátů a na výstavu Zenit čtyři. Bylo to elektronické bludiště Petra Nepraše (11 let), logická zkoušečka Petra Koudely (11 let), síťový zdroj, který je kolektivním výrobkem kroužku a středovlnný přijímač s předvolbou tři stanic Petra Prauseho (10 let). A ocenění? Stabilizovaný zdroj dostal 3. cenu a středovlnný přijímač čestné uznání. A to je ve velké konkurenci výrobků pionýrské expozice velký úspěch.

Ale nejen výstavy. Při návštěvě na schůzce kroužku mne seznámili i s plány do budoucna. Nedávno totiž dostali vyřazené díly počítačů a tak se hned dali do

práce a chtějí některé části oživit a využívat jich pro výrobu v kroužku. Staví si také sami vlastní mikropočítače. Zatím čtyři kusy. A dál? Kdo ví. A ještě s jednou výbornou věcí jsem se setkal. Obvyčejný svazek rozmnožených materiálů s názvem Lexikon mladého elektronika. Autoři ing. P. Prause a O. Habada. Uvnitř vše, co mladý elektronik potřebuje – v kostce. Od základů elektrotechniky, vysvětlení činnosti některých integrovaných obvodů, přes digitální techniku, zapojení mikropočítačů, programování v jazyce Basic až ke kapitolám z radiotechniky, amatérského vysílání, radioamatérským zkratkám a stavebním návodům. Nechybí ani seznam prodejen elektro nejen u nás, ale i v NDR, SSSR a v Maďarsku.

A závěr? Snad jen slova vedoucího Stanice mladých elektroniků: „Jsem rád, že se nám práce s mládeží daří; je to zásluha obětavých lidí, kolegů, kteří neličují volného času. Díky dobrým organizačním schopnostem předsedy Klubu digitální techniky ing. Josefa Farky se nám již mnohé podařilo. Zbývá než si přát velký zájem dětí a také bychom chtěli rozšířit spolupráci s jinými kroužky stejného zaměření. Elektronika je nejen zajímavý, ale i z hlediska národního hospodářství životně důležitý obor. A my chceme trochu přispět k jeho rozvoji a hlavně k jeho popularizaci mezi mládeží.“

Stanislav ČÍZEK

Soutěže a ankety časopisu AR v roce 1983

K třem již tradičním soutěžím a ankétám, vyhlašovaným časopisem AR – Konkursu AR, Ankete o 3 nejlepší články roku a dopisovatelské soutěži. Napište to do novin – přibude v roce 1983 ještě jedna soutěž, určená pro čtenáře, zabývající se výpočetní technikou a jejím programováním.

Na všechny soutěže vás budeme v průběhu roku upozorňovat, avšak abyste mohli už nyní přemýšlet zcela konkrétně o účasti v některé z nich, uvádíme jejich stručné charakteristiky:

Konkurs AR o nejlepší a nejzajímavější amatérské konstrukce elektronických přístrojů pořádá redakce AR ve spolupráci s pobočkou ČSVTS elektrotechnické fakulty ČVUT v Praze. Cílem konkursu je podporovat konstruktérskou činnost a získávat pro naše čtenáře prostřednictvím časopisu AR hodnotné konstrukční

návody. Uzávěrka konkursu je každoročně v září, přihláška musí obsahovat technické údaje o vašem amatérském výrobku, podrobný popis zapojení, schéma zapojení, nákresy desek s plošnými spoji atd. Přihlašujte pouze konstrukce, které ještě nebyly v ČSSR publikovány a v nichž jsou použity výhradně součástky, dostupné na našem trhu. Nejlepší konstrukce získávají finanční odměnu.

Anketa o 3 nejlepší články roku má za úkol odměnit nejoblíbenější dopisovatele AR a zjistit, co se vám v AR nejvíce líbí. Vždy v AR č. 12 je otištěn slosovatelův kupón, který vyplníte, vystříhnete a odešlete na naši adresu do redakce. Články, které získají nejvíce čtenářských hlasů, jsou odměněny, a kupóny všech účastníků ankety jsou slosovány a výherci rovněž odměněni.

Napište to do novin – soutěž ke Dni tisku, rozhlasu a televize, jejímž posláním je propagovat činnost radioklubů a hifi-klubů Svazarmu v neradioamatérském tisku a mezi širokou veřejností. Nejaktivnější a nejlepší přispěvatelé do našich novin a časopisů (kromě časopisů AR a RZ) jsou odměněni. Uzávěrka soutěže každoročně v červnu, vyhlášení výsledků a nového ročníku soutěže vždy v září.

Soutěž v programování na programovatelných kalkulátorech je slíbenou čtvrtou a novou soutěží časopisu AR. Je první soutěží tohoto typu u nás a jejím cílem je získat přehled o počtu a znalostech zájemců o tuto činnost u nás a v časopise AR zprostředkovávat výměnu zkušeností a programů. Podrobné podmínky soutěže budou zveřejněny v příloze AR „Mikroelektronika“.

Redakce AR

MIKROPOČÍTAČOVÝ SYSTÉM VSS 808

Ing. M. Hladík

Mikroprocesory a mikropočítače pronikly v poslední době nejen na mnohá pracoviště v Československu, ale i mezi amatéry. Přirozený ohlas, který mikropočítačová technika vyvolává, naráží u nás však stále na citelný nedostatek vhodných integrovaných obvodů. Ohlášené řady mikroprocesorových obvodů, jednak řezové MH 3000 a jednak MHB 8080 s podpůrnými obvody, se stále v běžné distribuci neobjevují.

Ve Středisku aplikované kybernetiky při OÚNZ v Benešově jsme již v roce 1977 objednali několik mikroprocesorů U808D vyráběných VEB Kombinat Funkwerk Erfurt NDR. Když bylo možné počátkem roku 1980 koupit obvody MH3216 z TESLA Rožnov, byl základ pro dále popisovaný mikropočítačový systém vytvořen.

Obvod U808D již sice není tím nejnovějším, co v současných mikroprocesorech existuje, ale jeho relativně snadnější dostupnost u nás je podnětem k jeho využití. Omezený počet instrukcí a přímá adresovatelnost paměti 16 Kbyte, nutnost doplnit mikroprocesor větším množstvím podpůrných obvodů a v neposlední řadě i jeho rychlost patří k vlastnostem, které jsou dávno v této technice překonány. Přesto si ale myslím, že pro řadu aplikací je mikropočítač s U808D výkonným pomocníkem, zejména je-li postaven ze součástek z produkce ČSSR, PLR a NDR. Pouze paměti RAM jsou z dovozu a to proto, že v roce 1980, kdy VSS808 vznikl, nebyly paměti typu 1902 k.p. TESLA ještě dodávány.

Vývojový stavebnicový systém VSS808 je navržen na deskách o polovičním evropském formátu 100 x 160 mm s konektory TESLA Jihlava podle licence FRB se 62 vývody. Mikropočítač je umístěn do stavebnicové skříně Almes TESLA Bratislava.

VSS808 je vybaven ovládacím panelem s indikací adresy a dat v hexadecimálním kódu, umožňujícím zapisovat program a data do paměti, krokovat program, vkládat a provádět instrukce přímo z čelního panelu mikropočítače, číst obsah paměti na displeji, indikovat stavy instrukčních cyklů atd. Mikropočítač není tedy konstruován tak, jak je v této technice běžné, tzn. s programově řízeným ovládáním, ale jako klasický počítač – tj. „hardwarově“.

Mikropočítačový systém VSS808 má kromě čelního panelu procesorovou desku, desku paměti RAM 4 Kbyte, desku vstupů a výstupů a desku konsole pro řízení z čelního panelu. V rámu zbývají ještě dva volné konektory pro připojení dalších desek při rozšiřování VSS808 podle vlastní potřeby.

Vývojový stavebnicový systém VSS808 je určen především pro vývojové práce s mikroprocesorem U808D a jeho aplikací. Umožňuje navrhnout obvodové řešení odzkoušet a odlatit příslušný program dříve, než bude trvale zapsán do paměti ROM. Právě pro odlatování programů je VSS808 vybaven zařízením pro připojení snímače děrné pásky a děrovače děrné pásky pro uchovávání obsahu paměti RAM a možnosti jeho opětovného vložení do paměti po zapnutí mikropočítače.

Popis VSS808 je rozdělen do tří částí. V první části je popsán mikroprocesor U808D se všemi jeho vlastnostmi a způsobem, jak některé jeho slabiny obejít. V druhé

je popsáno obvodové řešení jednotlivých desek mikropočítače, v poslední části je uvedeno několik krátkých programů odlatěných na VSS808 pro praktické použití i pro ilustraci činnosti mikropočítače.

Popis integrovaného obvodu U808D

Integrovaný obvod U808D obsahuje v počítačovém slova smyslu plnohodnotnou centrální jednotku (CPU – Central processing unit) pro použití v mikropočítačích. Charakteristické údaje tohoto mikroprocesoru jsou

- osmibitová paralelní CPU v jednom integrovaném obvodu,
- soubor 48 instrukcí,
- maximální kmitočet řídicích hodin 0,5 MHz,
- délka provádění jedné instrukce 12 až 44 μ s (podle počtu strojových cyklů),
- vstupy jsou kompatibilní s logikou TTL,
- výstupy jsou kompatibilní s obvody Low power TTL (74 L ... 74 LS ...),
- spolupracuje s polovodičovými pamětmi různých typů a rychlostí,
- přímo adresuje paměti ROM/RAM 16 Kbyte,
- obsahuje sedmiúrovňový čtrnáctibitový zásobník, sedm osmibitových registrů, interrupt, je v pouzdru DIL s 18 vývody,
- potřebuje dvě napájecí napětí +5 V, -9 V.

U808D je osmibitový mikroprocesor, vyrobený technologií MOS s kanálem P. Mikroprocesor spolupracuje se svým okolím pomocí společné oboustranné osmibitové multiplexované sběrnice. Řídicí signály READY (připraven), INTERRUPT (požadavek přerušení) a čtyři výstupy SYNC, SO, SI, S2 slouží k vnějšmu ovládání mikropočítače. Řídicí signály, čtrnáctibitová adresa paměti a data jsou k vnějšmu obvodům předávány v časovém multiplexu. Mikroprocesor obsahuje šest osmibitových datových registrů (B, C, D, E, H, L), jeden osmibitový střadač (akumulátor – registr A), dva osmibitové pomocné registry, čtyři příznakové klopné obvody (Carry, Sign, Zero, Parity) a binární osmibitovou paralelní aritmeticko-logickou jednotku k provádění aritmetických a logických operací. Interní zásobník obsahuje čtrnáctibitový programový čítač a sedm čtrnáctibitových registrů sloužících k uchování návratových adres programu resp. podprogramu. Čtrnáctibitová adresa umožňuje přímo adresovat 16 384 osmibitových slov (byte) vnější paměti.

Řídicí část mikroprocesoru obsahuje řídicí logiku, kontrolující funkční a časové závislosti vnitřních bloků mikroprocesoru. Instrukční soubor CPU obsahuje 48 strojových instrukcí. Instrukce jsou podle

délky slova jedno, dvou nebo tříbytové. Jednobytové instrukce jsou instrukce aritmetických a logických operací a operací přesunu dat (mezi registry). Dvoubytové instrukce obsahují v bezprostředně následující adresové buňce data. Tříbytové instrukce jsou instrukcemi skoku a volání podprogramu.

Při určitých aplikacích lze využívat možnosti přerušení (INTERRUPT) např. pro spolupráci s periferními zařízeními. Vstup READY umožňuje spolupráci mikroprocesoru s pamětmi a perifériemi různých vybavovacích rychlostí. Stavové výstupy SO, SI, S2 a synchronizační signál SYNC ukazují v každém okamžiku stav CPU během instrukčního cyklu. Slouží k řízení všech ostatních bloků mikropočítače. Datový přenos uvnitř CPU a mezi CPU a vnějšími bloky probíhá po oboustranné osmibitové sběrnici. Tato datová sběrnice slouží k předávání dat, adres a přijímání instrukcí a dat ve tvaru osmibitových slov. Všechny vstupy mikroprocesoru jsou kompatibilní s logikou TTL a jsou vybaveny vnitřní ochranou. Výstupy mikroprocesoru jsou kompatibilní s „low power“ TTL. Mikroprocesor pracuje s pozitivní logikou.

Vnitřní struktura mikroprocesoru U808D

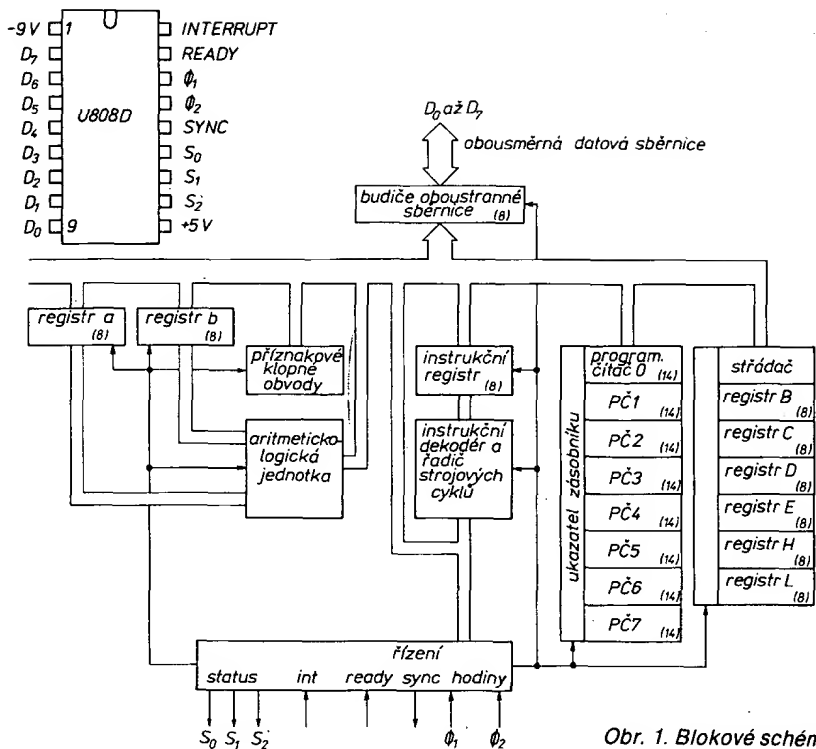
Nejdůležitějšími vnitřními částmi CPU jsou instrukční registr s dekodérem instrukcí, registry, aritmeticko-logická jednotka a budiče datové sběrnice. Blokové schéma je na obr. 1.

Řídicí část mikroprocesoru obsahuje logiku pro přenos informací mezi vnitřními registry, řídí aritmeticko-logickou jednotku a vykonává logické instrukce.

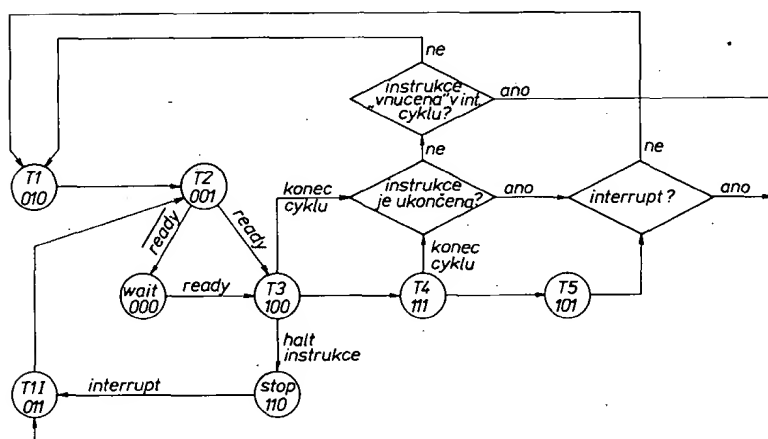
Vnitřní datová sběrnice spojuje všechny části mikroprocesoru a přes budiče oboustranné sběrnice je připojena k vnější datové sběrnici pro připojení ostatních obvodů mikropočítače.

Instrukce se dekodují v dekodéru instrukcí. Instrukce, která se má provést, je uchována v instrukčním osmibitovém registru. Dekodér instrukcí obsahuje kromě řídicích obvodů pro vnitřní registry a pro aritmeticko-logickou jednotku také řídicí část pro řízení stavů mikroprocesoru.

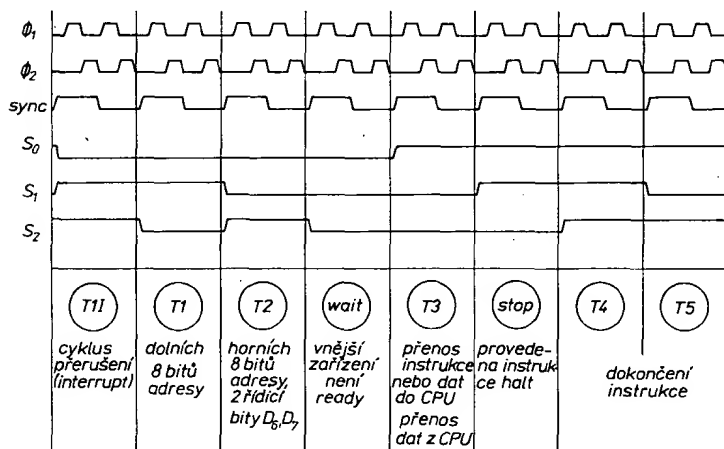
Programový čítač (program Counter – PC) si pamatuje adresu paměťového místa, ze kterého se bude číst následující instrukce. Programový čítač je napojen na zásobníkovou paměť (stack), která obsahuje sedm čtrnáctibitových registrů a dovoluje uchovávat návratové adresy při používání podprogramů. Zásobníková paměť automaticky uchovává obsah programového čítače při používání instrukce CAL a uchovanou adresu vydává do programového čítače po instrukci RET. Násobné vykonávání instrukce CAL, tzn. volání podprogramu z podprogramu, se uchovává až do sedmé úrovně. Po překročení kapacity se máze adresa nejnižší úrovně, což je ta, jež by byla instrukcí RET vyvolána až jako poslední. Programový čítač se zásobníkovou pamětí je v podstatě tvořen osmi shodnými čtrnáctibitovými čítači, které jsou doplněny tříbitovým čítačem a dekodérem jedna z osmi. Tento



Obr. 1. Blokové schéma



Obr. 2. Převodní diagram procesorových stavů



Obr. 3. Instrukční cyklus U808D

tříbitový čítač ukazuje, který ze čtrnáctibitových čítačů je právě programovým čítačem.

Datové registry tvoří druhou, paměťovou část mikroprocesoru. Mikroprocesor obsahuje sedm obecně použitelných re-

gistrů po osmi bitech, označené A, B, C, D, E, H a L. Přesuny dat mezi registry jsou zabezpečeny instrukcemi. Registr A má zvláštní postavení mezi registry. Slouží jako stádač (AKUMULÁTOR) a je používán při všech aritmetických a logických

operacích a při většině přesunů dat. Např. instrukce vstupu INP přenesla data z periferie do stádače – naopak instrukce výstupu OUT přenesla obsah stádače A do periferie. Registry H a L slouží pro nepřímé adresování paměťového místa, vyžaduje-li to instrukce. (H /High = vysoký/... horních šest bitů adresy; L /Low = nízký/... dolních osm bitů adresy). Takto formovaná adresa přichází v úvahu při práci s externí pamětí RAM, ROM nebo při tzv. memory mapped I/O (část paměti je vymezena pro adresování periférií, přičemž se ke spolupráci s těmito perifériemi nepoužívají instrukce vstup-výstup, ale instrukce pro práci s pamětí LMR, LMI, LRM). Funkci registrů H a L je nutno odlišit od funkce programového čítače a zásobníkové paměti, které adresují paměť při čtení instrukce!

Aritmeticko-logická jednotka provádí binární součet, binární rozdíl, binární součet s přenosem (CARRY), binární rozdíl s přenosem, logický součin, nonekvivalenci (Exclusive OR), logický součet, komparaci, inkrement (+ 1), dekrement (- 1), rotaci a rotaci s přenosem.

Příznakové klopné obvody jsou v mikroprocesoru čtyři. Nastavují se jako výsledek provedení aritmetické nebo logické instrukce.

CARRY (C) – přenos je nastaven na log. 1 při přenosu nahoru nebo přenosu dolů.

PARITY (P) je nastaven na log. 1, když parita je sudá (počet jedniček ve slově (byte) je sudý).

SIGN (S) je nastaven na log. 1 když výsledek aritmetické operace je záporný tzn., že nejvyšší platný bit D7 je 1.

ZERO (Z) je nastaven na log. 1 když výsledek je roven 0.

Tyto příznakové bity mohou být využity v podmíněných instrukcích a pro větvení programu (CAL, JMP, RET). CARRY bit se užívá i při operacích v násobné aritmetice.

Pomocné registry a a b jsou dva osmibitové vnitřní registry, které zprostředkovávají pamatování dat pro aritmeticko-logickou jednotku při interních přesunech. Nejsou instrukcemi přístupné.

Hodinové signály

U808D je příkladem čtyřfázové technologie P-MOS. Vyžaduje vnější dvoufázový hodinový signál Φ_1 a Φ_2 . Vnitřní obvod mikroprocesoru, spouštěný náběžnou hranou Φ_2 , generuje třetí signál – SYNC. Můžeme popsat následující signály:

$$\Phi_{11} = \Phi_1 \cdot \text{SYNC}$$

$$\Phi_{21} = \Phi_2 \cdot \text{SYNC}$$

$$\Phi_{12} = \Phi_1 \cdot \text{SYNC}$$

$$\Phi_{22} = \Phi_2 \cdot \text{SYNC}$$

Vzhledem k relativně rychlejší logice TTL, která generuje Φ_1 a Φ_2 , a pomalejší struktuře MOS mikroprocesoru, který interně generuje SYNC, je doporučeno zachovávat delší interval mezi Φ_{21} a Φ_{12} (SYNC přechází do log. 0) a mezi Φ_{22} a Φ_{11} (SYNC přechází do log. 1) než mezi fázemi, kde se SYNC nemění.

Stavové signály

V závislosti na vykonávání vnitřních procesorových operací, prochází U808D osmi stavy. Nového stavu nabývá mikroprocesor s náběžnou hranou signálu SYNC. U808D jednoznačně definuje těchto osm stavů výstupními signály S0, S1, S2. Tyto signály jsou určeny pro synchronizaci vnějších obvodů mikroprocesoru (viz obr. 3 a Tab. 1).

Tab. 1. Stavy mikroprocesoru U808D

S0	S1	S2	Stav
0	1	0	T1 „dolních“ osm bitů adresy na datové sběrnici; programový čítač přičte jednotku, data pro výstupní zařízení při cyklu PCC a instrukci OUT;
0	1	1	T1l „dolních“ osm bitů adresy na datové sběrnici; programový čítač není zvýšen o jednotku, data pro výstupní zařízení při cyklu PCC a instrukci OUT;
0	0	1	T2 „horních“ šest adresových bitů na sběrnici, D6 a D7 určují cyklus CPU, při instrukci INP/OUT bity D1 až D5 určují adresu portu;
0	0	0	T3W WAIT, změna signálu READY do log. 1 ukončí T3W;
1	0	0	T3 čtení operačního kódu instrukce, čtení dat z paměti nebo portu, zápis dat do paměti;
1	1	0	T3S STOP, CPU ukončí stav T3S příchodem INT log. 1;
1	1	1	T4 vnitřní vykonání instrukce, některé instrukce stav T4 nepoužívají;
1	0	1	T5 vnitřní vykonání instrukce, některé instrukce stav T5 nepoužívají.

Instrukční cykly

Provedení instrukce U808D vyžaduje jeden, dva nebo tři strojové cykly. Strojové cykly se skládají z cyklů PCI, PCR, PCW a PCC (viz Tab. 2). Strojové cykly jsou určovány v čase T2 bity D6 a D7 datové sběrnice mikroprocesoru. U většiny aplikací s U808D se D6 a D7 v čase T2 přečte a uloží do klopných obvodů typu D pro další použití vnějšími obvody mikroprocesoru.

U808D neprochází všemi uvedenými cykly v každé instrukci.

Instrukční cyklus – PCI

PCI slouží k přesunu prvního bytu instrukce z paměti (operační kód). PCI je vždycky prvním cyklem každé instrukce, a každá instrukce obsahuje pouze jeden PCI. Během instrukčního cyklu PCI dekóduje mikroprocesor instrukci a pro větší instrukci připraví následné cykly PCR, PCW nebo PCC (pro vykonání instrukce).

PCI – T1

Během tohoto prvního časového úseku procesor vyšle „dolních“ osm bitů adresy paměti, kde je očekávaná instrukce uložena. To znamená, že U808D vyšle PCL („dolních“ osm bitů programového čítače). Ke konci úseku T1 je obsah PCL zvětšen o jedničku (inkrementován).

PCI – T1l

Doba T1l nahrazuje v cyklu PCI úsek T1, byl-li vstup U808D INTERRUPT (přerušeni) ve stavu log. 1. Během této doby není programový čítač PCL inkrementován, jak je tomu v době T1. Jinak jsou úseky T1l a T1 zcela identické. T1l je obvykle vnějšími obvody mikroprocesoru dekódován pro přípravu ke čtení instrukce „interrupt“ v čase T3 (obvykle instrukce RST – RESTORE).

PCI – T2

Časový úsek T2 je druhou částí každého cyklu PCI. Během úseku T2 vyšle procesor na sběrnici obsah PCH – „horních“ šest bitů programového čítače (bity D0 – D5). Další dva bity D6 a D7 procesorové sběrnice určují v době T2 instrukční cyklus (v tomto případě budou oba ve stavu log. 0, tzn. PCI).

PCI – T3W – WAIT

Mikroprocesor se dostane do stavu WAIT (čekání), jestliže vstup READY mikroprocesoru bude před ukončením času T2 ve stavu log. 0. Stav WAIT je modifikací času T3, kdy procesor čeká na uvolnění vstupu READY z log. 0 do log. 1. Sekvence READY – WAIT – T3 se obvykle využívá ve spolupráci mikroprocesoru s pomalými pamětmi nebo periferiemi, lze ji také využít ke krokování programu po jednotlivých

vých instrukcích. Po přechodu signálu READY do log. 1 následuje čas T3.

PCI – T3

Třetí časový úsek v cyklu PCI je vždy čas PCI – T3; během tohoto času je čten první byte instrukce z paměti a vložen do procesoru (operační kód).

PCI – T3S – STOP

Mikroprocesor U808D se dostane do stavu STOP, jestliže v čase PCI – T3 dekódoval instrukci HLT, nebo po připojení napájecího napětí. Procesor zůstane ve stavu T3S – STOP do té doby než nastane požadavek přerušeni (signál INTERRUPT z log. 0 do log. 1). Následuje čas PCI – T1l.

PCI – T4

Časový úsek T4 není využit všemi instrukcemi. Je to stav procesoru, ve kterém probíhají přesuny mezi vnitřními registry a vnitřní datovou sběrnici U808D.

PCI – T5

Stejně jako T4 není ani časový úsek T5 většinou instrukcí využíván. Slouží pro vnitřní datový přesun uvnitř mikroprocesoru a je posledním časovým úsekem instrukce.

Čtecí cyklus – PCR

Cyklus PCR (je-li využit) je druhým nebo třetím cyklem instrukce a je určen pro čtení z paměti. Používají ho instrukce, které obsahují následující operace:

- čtení dat z paměti do registru (A, B, C, D, E, H, L),
- naplnění registru obsahem bezprostředně následující paměťové buňky instrukce (bezprostřední přesun – IMMEDIATE LOAD),
- skok nebo volání podprogramu k přečtení adresy,
- aritmetické a logické operace s údaji uloženými v paměti nebo v bezprostředně následující paměťové buňce.

PCR – T1

Má-li být v cyklu PCR přečten obsah bezprostředně následující paměťové buňky, je vyslán na datovou sběrnici obsah PCL v této době PCR – T1. V tomto případě je PCL inkrementován stejně jako v čase PCI – T1. Je-li PCR užito k přesunu dat z paměti, pak v době PCR – T1 je

vyslán obsah registru L na datovou sběrnici.

PCR – T2

Tento časový úsek následuje vždy po úseku PCR – T1 jako druhý čas cyklu čtení paměti. Jestliže se v PCR má přečíst obsah bezprostřední paměťové buňky, bude na datové sběrnici v čase PCR – T2 obsah PCH. Došlo-li během inkrementování PCL v čase PCR – T1 k přetečení, je ke konci PCR – T2 PCH inkrementován, jinak se jeho obsah nemění. Jestliže se během PCR přesouvají data z paměti, pak sběrnice v čase PCR – T2 obsahuje „dolních“ šest bitů registru H (D0 – D5). Zbývající bity datové sběrnice D6 a D7 jsou v log. stavu 1,0 – tzn. definují cyklus PCR.

PCR – T3W – WAIT

Vstup mikroprocesoru READY se může použít pro čtení pomalých pamětí během cyklu PCR.

PCR – T3

Časový úsek PCR – T3 je vždy třetí časový cyklus PCR. Je-li cyklus PCR druhým cyklem v instrukci, pak jsou data přesunuta do interního registru b. Je-li cyklus PCR třetím cyklem v instrukci, pak jsou data přesunuta do interního registru a.

PCR – T4

Časový úsek PCR – T4 existuje pouze v některých cyklech PCR. Pokud se T4 v PCR vyskytne a jedná se o třetí cyklus v pořadí (PCI, PCR, PCR), pak v časovém úseku T4 dojde k přesunu obsahu vnitřního registru a do PCH („horní“ část programového čítače) mikroprocesoru. Je-li prováděna instrukce CAL, je na počátku časového úseku T4 předadresován zásobník (STACK). Během aritmetické instrukce se v čase T4 generuje pauza pro aritmeticko-logickou jednotku (ALU), k provedení operace.

PCR – T5

Čas PCR – T5 následuje vždy po PCR – T4. Během aritmetických operací jsou definovány příznaky s ohledem na výsledek v ALU; ve stejnou dobu je výsledek operace přesunut do střádače (registru A).

Cyklus PCC

Cyklus PCC se užívá během instrukcí pro vstup a výstup dat (INPUT/OUTPUT). PCC cyklus je druhým cyklem instrukce o dvou cyklech INP (vstup) nebo OUT (výstup).

PCC – T1

V časovém úseku PCC – T1 je na datové sběrnici obsah střádače.

PCC – T2

Na datové sběrnici je obsah vnitřního registru b. Registr b obsahuje binární kód instrukce INP/OUT. Bity D6 a D7 jsou ve stavu log. 0,1, definují cyklus PCC. Instrukce INP/OUT mají ve strojovém kódu na D6 a D7 právě kombinaci log. 0,1!

Tab. 2. Cykly mikroprocesoru U808D

D6	D7	Cyklus	Funkce
0	0	PCI	cyklus čtení prvního slova instrukce paměti (operačního kódu);
0	1	PCR	cyklus čtení dat nebo druhého slova z paměti;
1	0	PCC	cyklus čtení nebo zápisu pro vstup/výstup;
1	1	PCW	cyklus zápisu dat do paměti.

PCC – T3W – WAIT

Časový úsek T3W lze pomocí vstupu READY mikroprocesoru použít pro spolupráci s pomalými periferiemi.

PCC – T3

Během instrukce INP v časovém úseku PCC – T3 mikroprocesor čte data z vybraného vstupu. Během instrukce OUT slouží čas PCC – T3 pouze jako vyrovnávací doba. Během časového úseku PCC – T3 mohou vnější obvody mikroprocesoru přesouvat data do jeho vstupů a z jeho výstupů.

PCC – T4

Časový úsek PCC – T4 a T5 není zařazen při instrukci OUT. Během instrukce INP je v tomto úseku k dispozici na datové sběrnici obsah příznakových klopných obvodů (CARRY, ZERO, SIGN a PARITY).

PCC – T5

V časovém úseku PCC – T5 u instrukce INP je proveden vnitřní přesun v procesoru z pomocného registru b do střadače.

PCW – cyklus zápisu do paměti

Cyklus PCW slouží k zápisu dat do paměti. PCW je druhý cyklus instrukce LMr a třetí cyklus instrukce LMI.

PCW – T1

Obsah registru L je přístupný na datové sběrnici v časovém úseku PCW – T1 a určuje „dolních“ osm bitů adresy paměťové buňky, do které má být zápis proveden.

PCW – T2

Bitů D0 až D5 registru H jsou zpřístupněny na datové sběrnici v časovém úseku PCW – T2 a určují „horních“ šest bitů adresy. Bitů D6 a D7 obsahují kombinaci log. 1,1, která určuje cyklus PCW.

PCW – T3W – WAIT

Stav WAIT lze použít k opoždění výstupu dat z procesoru na datovou sběrnici pro zápis do pomalejších pamětí, dodrželi se, aby změna READY do log. 0 nastala před koncem časového úseku PCW – T2.

PCW – T3

Časový úsek PCW – T3 slouží k výstupu dat pro vnější obvody; je to poslední časový úsek instrukce zápisu do paměti.

Soubor instrukcí

Data jsou u mikroprocesoru U808D interpretována jako osmibitové binární číslo:

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D0.

Instrukce mohou být jeden, dva nebo tři byte dlouhé. U vícebytových instrukcí musí být jednotlivé byte zapsány v paměti bezprostředně za sebou.

Jednobytové instrukce:

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 operační kód

Typické jednobytové instrukce jsou instrukce typu

- registr–registr,
- paměť–registr,
- vstup/výstup,
- aritmetické a logické instrukce.

Dvoubytové instrukce:

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 operační kód

C7 C6 C5 C4 C3 C2 C1 C0 operand Dvoubytové instrukce jsou instrukce s daty v bezprostředně následující pamě-

ťové buňce za operačním kódem instrukce (IMMEDIATE INSTRUCTIONS).

Tříbytové instrukce:

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0 operační kód

A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0 „dolních“ osm bitů adresy
X X B5 B4 B3 B2 B1 B0 „horních“ šest bitů adresy
(X – na obsahu těchto bitů nezáleží)
Tříbytovými instrukcemi jsou instrukce JUMP a CAL.

Seznam instrukcí U808D

Operace s registry

Mnemo	počet	kód
kód	cyklů	
Lrr	(5)	11 ddd sss přesun obsahu registru do registru r.
LrM	(8)	11 ddd 111 přesun obsahu paměťové buňky určené obsahem registru H a L do registru r.
LMr	(7)	11 111 sss přesun obsahu registru r do paměťové buňky určené obsahem registru H a L.
Lrl	(8)	00 ddd 110 přesun dat B... B do registru r.
LMI	(9)	00 111 110 Přesun dat B... B do paměťové buňky určené obsahem registru H a L.
INr	(5)	00 ddd 000 vytvoří r=r+1; r#A (inkrement).
DCr	(5)	00 ddd 001 vytvoří r=r-1; r#A (dekrement).

Instrukce přesunu (Lrr, LrM, LMr, LMI) nemění obsahy příznakových klopných obvodů, instrukce inkrement a dekrement mění stav všech příznakových registrů kromě CARRY.

Operace se střadačem

ADr	(5)	10 000 sss přičte obsah registru r ke střadači, přetečení aktivuje příznak CARRY.
ADM	(8)	10 000 111 přičte obsah paměťové buňky určený obsahem registru H a L ke střadači, přetečení aktivuje příznak CARRY.
ADI	(8)	00 000 100 přičte B... B ke střadači, přetečení aktivuje příznak CARRY.
ACr	(5)	10 001 sss přičte obsah registru r a příznaku CARRY ke střadači, přetečení aktivuje příznak CARRY.
ACM	(8)	10 001 111 přičte obsah paměťové buňky určené registry H a L a příznaku CARRY ke střadači, přetečení aktivuje příznak CARRY.
ACI	(8)	00 001 100 přičte B... B a obsah příznaku CARRY ke střadači, přetečení aktivuje příznak CARRY.
SUr	(5)	10 010 sss odečte obsah registru r od střadače, podtečení aktivuje příznak CARRY.
SUM	(8)	10 010 111 odečte obsah paměťové buňky, určené registry H a L, od střadače, podtečení aktivuje příznak CARRY.
SUI	(8)	00 010 100 odečte B... B od střadače, podtečení aktivuje příznak CARRY.
SBr	(5)	10 011 111 odečte obsah registru r a obsah příznaku CARRY od střadače, podtečení aktivuje příznak CARRY.
SBM	(8)	10 011 111 odečte obsah paměťové buňky, určené registry H a L, a příznak CARRY od střadače, podtečení aktivuje příznak CARRY.

SBI	(8)	00 011 100 odečte B... B a příznak BB BBB BBB CARRY od střadače, podtečení aktivuje příznak CARRY.
NDR	(5)	10 100 sss určí logický součin registru r a střadače.
NDM	(8)	10 100 111 určí logický součin obsahu paměťové buňky, určené registry H a L, se střadačem.
NDI	(8)	00 100 100 určí logický součin BB BBB BBB B... B se střadačem.
XRR	(5)	10 101 sss určí nonekvivalenci registru r se střadačem.
XRM	(8)	10 101 111 určí nonekvivalenci obsahu paměťové buňky, určené registry H a L, se střadačem.
XRI	(8)	00 101 100 určí nonekvivalenci B... B se střadačem.
ORR	(5)	10 110 sss určí logický součet obsahu registru r se střadačem.
ORM	(8)	10 110 111 určí logický součet obsahu paměťové buňky, určené registry H a L se střadačem.
ORI	(8)	00 110 100 určí logický součet BB BBB BBB B... B se střadačem.
CPR	(5)	10 111 sss porovná obsah registru r se střadačem, obsah střadače se nemění.
CPM	(8)	10 111 111 porovná obsah paměťové buňky, určené registry H a L se střadačem, obsah střadače se nemění.
CPI	(8)	00 111 100 porovná B... B se střadačem, obsah střadače se nemění.

Instrukce AD-, AC-, SU-, SB-, ND-, XR-, OR- a CP- ovlivňují všechny čtyři příznaky.

Instrukce rotace

RLC	(5)	00 000 010 provede rotaci obsahu střadače vlevo.
RRC	(5)	00 001 010 provede rotaci obsahu střadače vpravo.
RAL	(5)	00 010 010 provede rotaci obsahu střadače přes příznak CARRY vlevo.
RAR	(5)	00 011 010 provede rotaci obsahu střadače přes příznak CARRY vpravo.

Instrukce rotace ovlivňují pouze příznak CARRY.

Instrukce programového čítače a zásobníku

JMP	(11)	01 xxx 100 nepodmíněný skok na adresu BB BBB BBB su A... A B... B.
JFc	(9/11)	01 0cc 000 provede skok na adresu BB BBB BBB A... A B... B, jestliže podmínka cc není splněna, jinak pokračuje následující instrukcí.
JTc	(9/11)	01 1cc 000 provede skok na adresu BB BBB BBB A... A B... B, jestliže podmínka cc je splněna, jinak pokračuje následující instrukcí.
CAL	(11)	01 xxx 110 nepodmíněný přechod do BB BBB BBB podprogramu na adresu xx AAA AAA A... A B... B, zvýší ukazatel zásobníku.
CFc	(9/11)	01 0cc 010 provede přechod do podprogramu na adresu A... A B... B a zvýší ukazatel zásobníku, jestliže podmínka cc není splněna, jinak pokračuje následující instrukcí.
CTc	(9/11)	01 1cc 010 provede přechod do podprogramu na adresu A... A B... B a zvýší ukazatel zásobníku, jestliže podmínka cc je splněna, jinak

RET (5) 00 xxx 111 pokračuje následující instrukcí.
 RFc (3/5) 00 0cc 011 nepodmíněný návrat z podprogramu, sníží ukazatel zásobníku.
 RTc (3/5) 00 1cc 011 provede podmíněný návrat z podprogramu a sníží ukazatel zásobníku, jestliže podmínka cc není splněna, jinak pokračuje následující instrukcí.
 RST (5) 00 AAA 101 provede návrat z podprogramu a sníží ukazatel zásobníku, jestliže podmínka cc je splněna, jinak pokračuje následující instrukcí.
 RST (5) 00 AAA 101 provede přechod do podprogramu na adrese AAA 000 a zvýší ukazatel zásobníku.

Instrukce vstupu a výstupu

INP (8) 01 00M MM1 přesune obsah vybraného vstupního portu (adresa MMM) do stádače.
 OUT (6) 01 RRM MM1 přesune obsah stádače do výstupního portu (adresa RRRMM, RR ≠ 00).

Instrukce HALT

HLT (4) 00 000 00x převede procesor do stavu STOP.
 HLT (4) 11 111 111 převede procesor do stavu STOP.

poznámka: sss... zdrojový registr (SOURCE),
 ddd... příjmový registr (DESTINATION),
 A (stádač - 000), B (001), C (010), D (011), E (100),
 H (101) a L (110)
 xx... na obsahu nezáleží
 cc... příznakové klopné obvody
 00 - CARRY - přetečení nebo podtečení,
 01 - ZERO - výsledek roven nule,
 10 - SIGN - výsledek záporný (bit D7 = 1),
 11 - PARITY - výsledek obsahuje sudý počet jedniček.

Jalové instrukce

Všimněme si, že některé binární kombinace nejsou v instrukčním souboru použity. Můžeme je využívat jako tzv. instrukce NOOP (NO OPERATION - žádná operace), které lze kupříkladu použít pro definované časové zpoždění v programu.

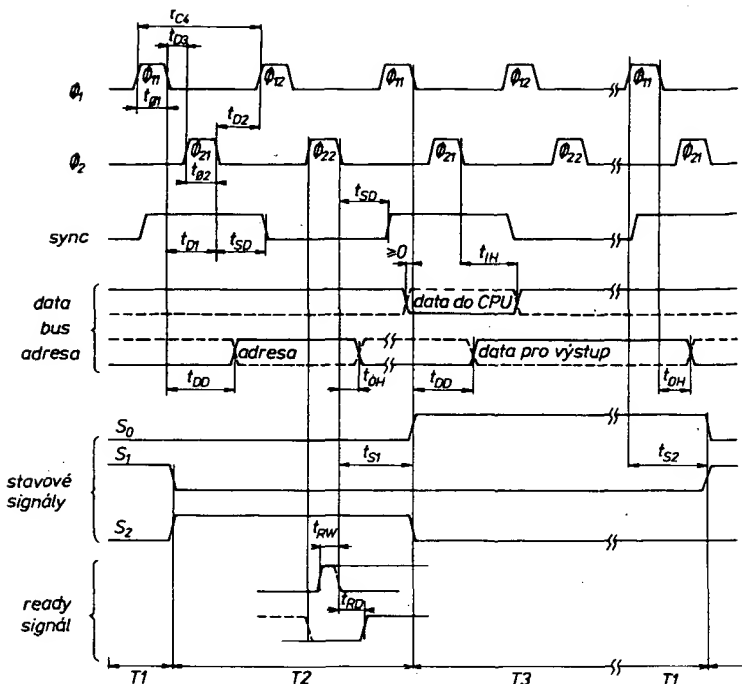
Jedná se o tyto instrukce

00 100 010 22H
 00 101 010 2AH
 00 110 010 32H
 00 111 000 38H
 00 111 001 39H
 00 111 010 3AH

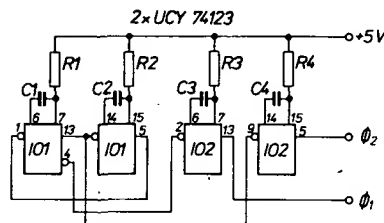
Protože mikroprocesor U808D je nekódovaný jako platnou instrukci, nemůže tedy provést žádnou manipulaci s daty nebo přejít do nějakého jiného stavu. Procesor projde všech pět základních časových úseků v cyklu PCI (T1 až T5). T5 ukončuje instrukce tak, jak je to obvyklé. Během T4 a T5 obsahuje interní sběrnice procesoru kombinaci 11 111 111, což znamená, že žádný vnitřní registr není ovlivněn.

Jednoduchý program

K získání představy, jak mikroprocesor pracuje, pomůže několik následujících řádků. Vytvoříme program, který vzájemně přesune obsah registru B do registru C a původní obsah registru C do registru B, tedy vymění jejich obsahy.



Obr. 4. Časová charakteristika U808D



Obr. 5. Hodinový obvod s UCY74123

Program: LAB přesun B do stádače
 LBC přesun C do B
 LCA přesun obsahu stádače do C

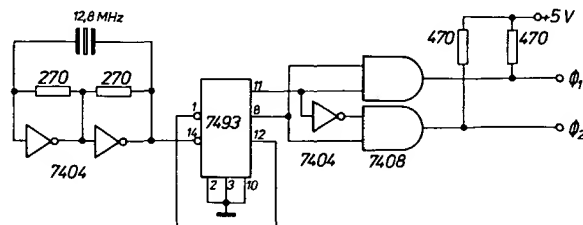
Mějme před započítím programu tyto obsahy registrů:
 c(A) = F1H 1111 0001_{BIN}
 c(B) = D2H 1101 0010_{BIN}
 c(C) = A3H 1010 0011_{BIN}
 Stav registrů po jednotlivých krocích programu:

instrukce	registr		
	A	B	C
poč. stav	F1	D2	A3
LAB	D2	D2	A3
LCA	D2	A2	D2
výsledek	D2	A3	D2

Uvedeným programem jsou obsahy registrů B a C vzájemně vyměněny. Během přesunu došlo ke zničení původního obsahu stádače (registru A), protože nebylo v programu uloženo uchovat jeho obsah.

Symbol	definice	min. [μs]	max
t_{cy}	základní perioda	2	3
t_R, t_F	náběžná a spádová hrana		50 ns
t_{01}	šířka Φ_1	0,7	
t_{02}	šířka Φ_2	0,55	
t_{D1}	doba mezi spádovou hranou Φ_1 a Φ_2	0,9	1,1
T_{D2}	doba mezi Φ_2 a Φ_1	0,4	
t_{D3}	doba mezi Φ_1 a Φ_2	0,2	
t_{D0}	zpoždění dat pro výstup		1,0
t_{OH}	přesah pro výstup ze sběrnice	0,1	
t_{IH}	přesah pro vstup sběrnice		$= t_{SD}$
t_{SD}	zpoždění SYNC		0,7
t_{S1}	zpoždění stavových signálů kromě t_1 a t_{11}		1,1
t_{S2}	zpoždění t_1 a t_{11}		1,0
t_{RW}	šířka READY během Φ_{22} pro přechod do T3	0,35	
t_{RD}	zpoždění READY pro přechod do WAIT	0,2	

sahu stádače (registru A), protože nebylo v programu uloženo uchovat jeho obsah. Skutečnost, že program může obsah používaných registrů zničit, si programátor musí uvědomovat. Většina programátorů vkládá komentáře na začátku každé programové části nebo podprogramu, které říkají, které registry obsahují výsledek probíhajícího programu a které registry jsou použity nebo mazány během programu.



Obr. 6. Hodinový obvod s krystalem

Obvody taktovacích hodin pro U808D

Jak jsem již uvedl, mikroprocesor U808D vyžaduje pro svoji činnost čtyřfázové „hodiny“. Základem jsou signály Φ_1 a Φ_2 . Pro jejich vzájemný vztah platí časy, uvedené na obr. 4. Při návrhu obvodu, který by generoval potřebný hodinový signál, jsem vycházel zejména z počtu IO potřebných pro realizaci zapojení. Na obr. 5 je zapojení se dvěma obvody UCY 74123. Délka impulsu na výstupu monostabilního klopného obvodu UCY 74123 je určena rovnicí

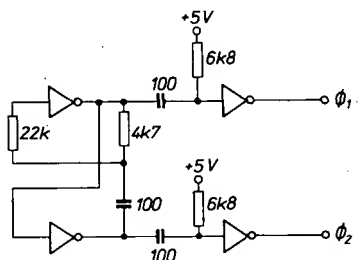
$$t = 0,32 (R + 0,7) C + 11,8 R^{0,837}$$

Šířka impulsu IO1 na vývodu 13 musí být $\frac{t_{cy}}{2} = 1$ až 1,5 μs . Pro $C_1, C_2 = 330$ pF

a $R_1, R_2 = 10$ k Ω je $\frac{t_{cy}}{2} = 1,212$ μs .

Šířka Φ_1 (výstup 13 IO2) musí být 0,7 až 1,0 μs ; pro $C_3 = 150$ pF a $R_3 = 15$ k Ω je šířka $t_{\Phi_1} = 0,867$ μs . Šířka t_{Φ_2} má být v intervalu 0,55 až 0,7 μs pro hodnoty $C_4 = 330$ pF a $R_4 = 4,7$ k Ω je šířka $t_{\Phi_2} = 0,613$ μs .

Jiná alternativa přesných hodin pro U808D je na obr. 6. Tyto hodiny jsou oproti předcházejícímu zapojení stabilnější.



Obr. 7. Hodinový obvod s CMOS 4049

Na obr. 7 je alternativa hodin s obvodem CMOS 4049.

Při přímém připojení výstupů TTL je vhodné ke vstupům MOS zapojit k výstupům TTL odpory 1k Ω na +5V, pro zabezpečení potřebné napěťové změny pro řízení vstupů MOS mikroprocesoru.

Sběrnice

Co je to vlastně sběrnice? Sběrnice je množina skutečných vodičů, které jsou řízeny (pokud jde o směr a cíl přenosu) z více než jednoho zdroje řízení.

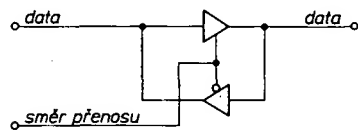
Pro řízení sběrnice se běžně užívá dvou druhů budičů. Jednak jsou to obvody s otevřeným kolektorem, jednak obvody s třístavovými výstupy.

Integrované obvody s otevřeným kolektorem mají dva výstupní stavy: hradlo

může sběrnici buď „stáhnout“ k log. 0 užitím aktivního prvku (koncový tranzistor v hradle) nebo může dovolit sběrnici, aby se vrátila do log. 1 pomocí pasivního prvku, kterým je vnější společný odpor. Sběrnice budič se ovládá přivedením ovládacího signálu na druhý vstup hradla. U obvodu MH7403 se pro uzavření budiče přivede na vstup ovládací signál log. 0, což způsobí uzavření výstupního tranzistoru budiče. Přes vnější odpor je pak sběrnice připojena na log. 1, nebo ji jiný na stejnou sběrnici připojený budič může opět „stáhnout“ do log. 0 (obráz. 8).

Dalšími typy budičů pro sběrnice jsou obvody s třístavovými výstupy. Integrované obvody s třístavovými výstupy mají jednak aktivní pull-up („vytahovací“) tranzistory, připojené k +5V, jednak aktivní pull-down („stahovací“) tranzistory, připojené k 0V. Je-li uvolňovací vstup (output enable – uvolnění výstupu) v logické úrovni pro uvolnění, pak výstupy z neinvertujících budičů (MH3216) „kopírují“ vstupní signál (data). V opačném případě jsou oba zmíněné tranzistory uzavřeny a výstupní signál „plave“. Tento stav bývá obvykle označován jako stav s velkou impedancí nebo třetí stav (obráz. 9).

Velmi důležitou vlastností většiny třístavových budičů je, že (jsou-li uzavřeny) kromě výstupů jsou i vstupy ve stavu s velkou impedancí. Je-li větší počet třístavových budičů připojen na obvyklý výstup TTL, pak zatížitelnost výstupu TTL se určuje nikoli celkovým počtem třístavových budičů, ale počtem budičů najednou uvolněných. Tato vlastnost je velmi výhodná pro návrhy rozsáhlých sběrnic. Velmi užitečným obvodem pro sběrnice je systém je tzv. „obousměrný třístavový budič“ (např. MH3216, MH3226) (obráz. 10).



Obr. 10. Princip obousměrné třístavové sběrnice

Datová sběrnice U808D

Vnitřní obousměrná sběrnice U808D je schopna dodat proud 1,4 mA při jmenovitém napětí a teplotě. Z toho důvodu většina mně známých zapojení s 8008 Intel používá na vnějších obvodech IO low-power TTL (např. 74L04) nebo CMOS (4049), následované IO TTL. Lze použít i obvody LS, tyto obvody můžeme zapojit

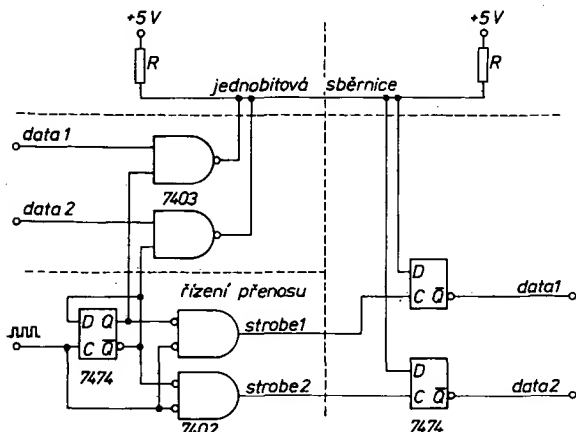
tři na jeden výstup U808D. To však předpokládá použití jednosměrných sběrnic. Výhodnější se mi zdá použít obousměrné budiče a pokračovat v obousměrné datové sběrnici. Obvody MH3216 svými $I_{IH} \leq 40$ μA a $-I_{IL} = 0,25$ mA vyhovují sběrnici U808D při použití odporů 22 k Ω na +5V.

Operace vstupu a výstupu U808D

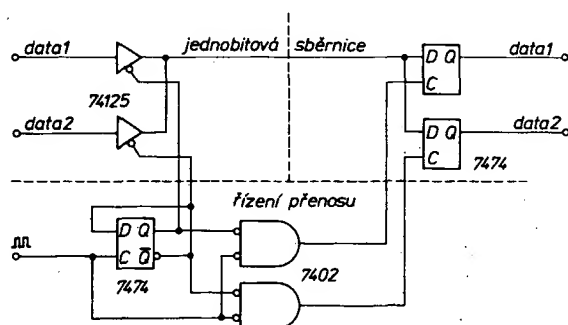
Mikroprocesor U808D má ve svém sboru osm instrukcí pro vstup dat ze vstupního portu a 24 instrukcí pro výstup dat (tab. 3). Instrukce jsou jednobytové a mají tvar 01RRMMM1. Je-li RR = 00 jde o instrukci vstupu INP. O instrukci OUT se jedná v případě, že RR = 01, 10 nebo 11. Během instrukce vstupu jsou data z vybraného vstupního portu přesunuta do střadače mikroprocesoru (registru A). Následné instrukce, použité v programu, mohou být použity ke zpracování přijatých dat.

Tab. 3. Instrukce vstupu a výstupu

Instrukční kód binárně	Instrukční kód hexadecimálně	Instrukce
01000001	41	INP 0
01000011	43	INP 1
01000101	45	INP 2
01000111	47	INP 3
01001001	49	INP 4
01001011	4B	INP 5
01001101	4D	INP 6
01001111	4F	INP 7
01010001	51	OUT 0
01010011	53	OUT 1
01010101	55	OUT 2
01010111	57	OUT 3
01011001	59	OUT 4
01011011	5B	OUT 5
01011101	5D	OUT 6
01011111	5F	OUT 7
01100001	61	OUT 8
01100011	63	OUT 9
01100101	65	OUT 10
01100111	67	OUT 11
01101001	69	OUT 12
01101011	6B	OUT 13
01101101	6D	OUT 14
01101111	6F	OUT 15
01110001	71	OUT 16
01110011	73	OUT 17
01110101	75	OUT 18
01110111	77	OUT 19
01111001	79	OUT 20
01111011	7B	OUT 21
01111101	7D	OUT 22
01111111	7F	OUT 23



Obr. 8. Jednabitová sběrnice s otevřeným kolektorem



Obr. 9. Jednabitová třístavová sběrnice

Instrukci OUT musí předcházet naplnění stádače požadovanou informací, která má být přesunuta do vybraného výstupního portu.

Všimněme si podrobněji cyklů instrukcí vstupu/výstupu. Cyklus PCI je první cyklus instrukce a obsahuje časové úseky T1, T2 a T3. Je určen jako vždy u U808D pro přesun operačního kódu instrukce. Druhým cyklem instrukce je cyklus PCC. Tento cyklus se výrazně liší od ostatních cyklů mikroprocesoru U808D (tab. 4.). Během časového úseku PCC – T1 je obsah registru A přesunut na datovou sběrnici (obsah registru A byl definován v předchozích instrukcích). Dále je třeba si uvědomit, že adresový registr (registr adresy paměti ADL a ADH) uchovává informaci z datové sběrnice v časových úsecích T1 a T2. V cyklech PCI, PCR a PCW slouží adresový registr k uchování adresy paměťového místa se kterou bude procesor spolupracovat v časovém úseku T3.

Sekvence instrukce OUT

Soustředme se na případ, kdy data mají být poslána na výstupní port. Data byla do registru A přesunuta v předcházející instrukci. Během časového úseku PCC – T1 jsou tato data k dispozici na datové sběrnici. Vnější obvody však v tuto chvíli nejsou ještě schopny určit místo určení přenosu. Obsah sběrnice je uchován v adresovém registru ADL. V časovém úseku PCC – T2 je na sběrnici obsah pomocného vnitřního registru b, který obsahuje v této chvíli operační kód instrukce OUT. Operační kód je přečten a uložen do registru ADH. Tím je vnějším obvodům mikroprocesoru U808D umožněno dekodování adresy výstupního portu. Následuje časový úsek PCC – T3, který při instrukci OUT je pro mikroprocesor „jalový“, a potom se obsah registru ADL přesune do vybraného výstupního portu.

Výstupní informace pro periférii „putuje“ přes registr ADL a nikoli přes datovou sběrnici v časovém úseku T3 (tab. 5.).

Sekvence instrukce INP

Během časového úseku PCC – T2 instrukce INP se dekoduje část instrukčního kódu RRRMMM a určí se tak adresa vstupního portu, ze kterého se pak v časovém úseku PCC – T3 přesunou data do pomocného registru b a do registru A. Tím je úkol instrukce splněn.

V časovém úseku PCC – T4 instrukce INP jsou na datovou sběrnici přesunuty obsahy příznakových klopných obvodů. Tato doplňující funkce neodpovídá charakteru instrukce vstup/výstup. Tuto vlastnost instrukce INP lze použít v zařízeních, kde indikace stavu příznakových klopných obvodů je žádoucí například na vnějším panelu, nebo ve vnějších obvodech pro uchování jejich obsahu při skoku do podprogramu při zpracování přerušení. V tab. 6 si všimněte možnosti použít kód instrukce INP (při uzpůsobení vnějších obvodů) jako instrukce OUT.

Relativně malý počet instrukcí INP (osm) v základním instrukčním souboru lze jednoduše rozšířit. Základní schéma pro dekodování instrukce INP a výběr určitého portu je na obr. 11. Zapojíme-li obvod MH3205 podle obr. 12, získáme možnost adresovat 15 různých vstupních portů INP 0 ... INP 6, INP 70 ... INP 77. V programu by vypadal výběr portu následovně

Tab. 4. Rozdíl mezi instrukcemi vstupu a výstupu v cyklu PCC

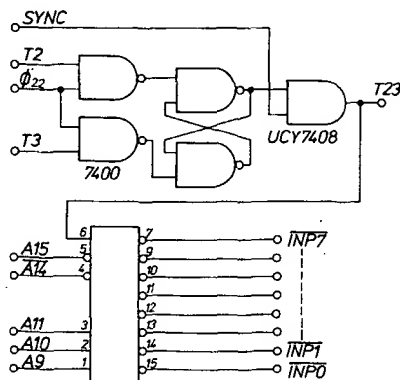
Instrukce	Cyklus PCI			Cyklus PCC				
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4	T5
OUT mm						jalový	–	–
INP mm	PC „dolních“ osm bitů adresy	PC „horních“ šest bitů adresy	Přesun instrukčního kódu z paměti do instrukčního registru a vnitřního registru b.	Obsah stádače na sběrnici	Obsah vnitřního registru b na sběrnici	Data ze vstupu do registru b.	Obsah příznakových klopných obvodů na sběrnici	registr b. do stádače

Tab. 5. Shrnutí instrukce OUT

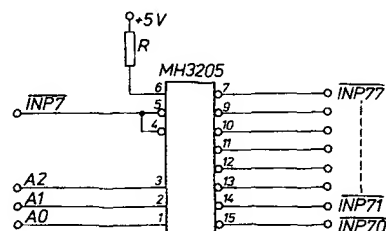
Čas	Mikroprocesor				Vnější obvody			
	Stádač	Registr b	Příznakové klopné obvody	Sběrnice	Vstupní port	Registr ADL	Registr ADH	Výstupní port
Předchozí instrukce	převzal data							
PCC – T1	výstupní data			●	●	●		
PCC – T2		instrukční kód		●			●	je adresován
PCC – T3				jalový čas		výstupní data		●

Tab. 6. Shrnutí instrukce INP

Čas	Mikroprocesor				Vnější obvody			
	Stádač	Registr b	Příznakové klopné obvody	Sběrnice	Vstupní port	Registr ADL	Registr ADH	Výstupní port
PCC – T1	data			●	●	●		
PCC – T2		instrukční kód		●			●	
PCC – T3				●	vstupní data			●
PCC – T4			příznaky	●				
PCC – T5				vstupní data				
Příští instrukce								



Obr. 11. Dekódování vstupního portu



Obr. 12. Rozšíření pro 15 vstupních portů

LAI 07H
INP 07H INP 77

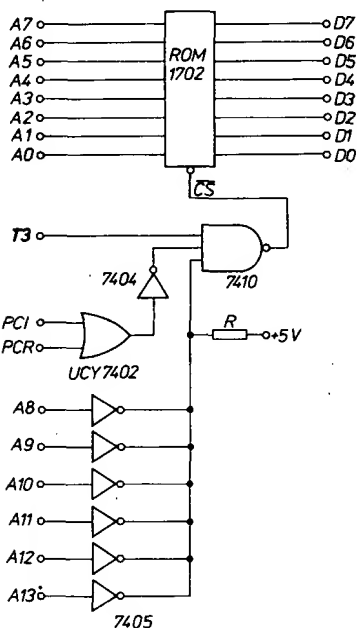
LAI 00H (nebo XRA)
INP 07H INP 70

INP 06H INP 6

Modifikací registru A před instrukcí INP a použitím jednoho obvodu MH3205 rozšíříme možnost adresování na 15 vstupních portů (pro dva přidané obvody MH3205 pak 22 vstupních portů).

Doplňkové vstupní porty adresované jako paměť

Tento způsob adresování jako paměťového místa (tzv. memory mapped I/O) si vysvětlíme na příkladu paměti EPROM 1702 (256 × 8). Adresovací vstupy A0 až A7 jsou připojeny přímo k výstupu adresového registru ADL (obr. 13). Vstup výběr

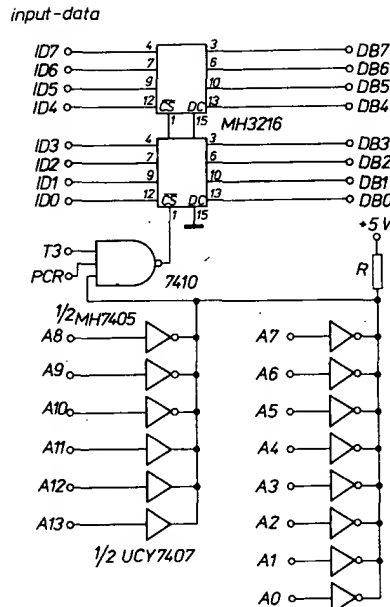


Obr. 13. Čtení paměti ROM

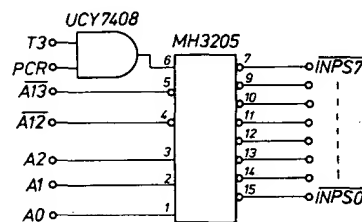
(chip select) pak musí být pro výběr v log. 0, tedy A8 až A13 v log. 0, zároveň s PCR – T3 (také s PCI – T3 pro paměť). Nahradíme-li paměť EPROM 1702 dvěma obvody MH3216 podle obr. 14, bude CS 0 v době PCC-T3 pro A11, A12 a A13 v log. 1 a pro A0 až A10 v log. 0 v době PCC – T3. Pak instrukce LrM pro H = 111000 a L = 00000000 přečte INPUT DATA 0 až 7 do registru specifikované instrukcí LrM.

Pro menší systémy lze výběr adresy vstupního portu, který je zapojený jako paměť, zjednodušit. Mějme například mikroprocesorový systém, jehož paměť nepřekročí adresu 0FFF_h. Pak lze snadno definovat osm vstupních portů zapojených jako paměť a čtených instrukcí LrM (obr. 15).

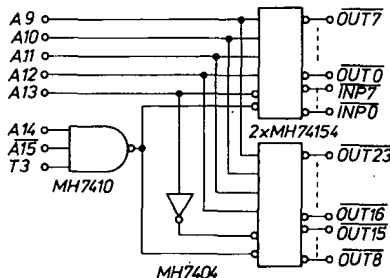
Obsah registru H není v tomto případě důležitý, záleží pouze na obsahu registru L, kde input strobe INPS0 bude log. 0 bude-li registr L obsahovat 30_h nebo 38_h, nebo například INPS6 bude log. 0, bude-li obsah registru ADL 36_h nebo 3E_h. Signály INPS0 až INPS7 jsou vstupy CS obvodů MH3216, představujících vstupní porty zapojené jako paměť.



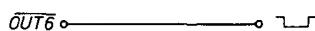
Obr. 14. Vstupní port zapojený jako paměť



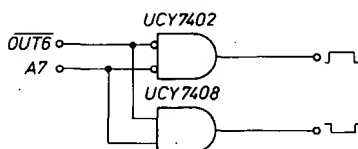
Obr. 15. Výběr adresy vstupních portů zapojených jako paměť pro malé systémy



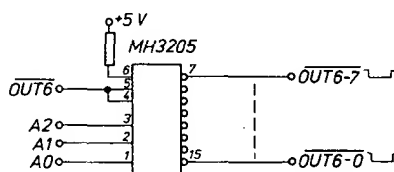
Obr. 16. Adresování vstupních a výstupních portů



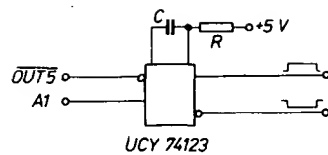
Obr. 17. Jednobitový výstupní port



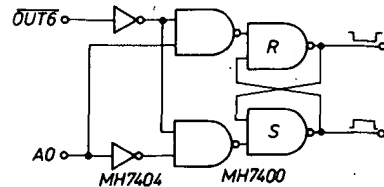
Obr. 18. Jednobitový výstupní port



Obr. 19. Výstupní port s dekodérem MH3205



Obr. 20. Výstupní port s definovanou délkou impulsu



Obr. 21. Výstupní port s programovanou délkou impulsu pomocí klopného obvodu R-S

Nevýhodou těchto systémů vstup/výstup (protože port výstupní se navrhuje podobně jako vstupní, namísto cyklu PCR se užije cyklus PCW v T3 a Φ₂₂) je, že se adresují obvykle v horní části paměti. Výhodou naopak zase je možnost pracovat se všemi registry mikroprocesoru a ne pouze se střadačem, jako tomu je v případě standardních instrukcí INP a OUT.

Techniku memory mapped I/O lze samozřejmě užít u všech mikroprocesorových systémů se shodnými výhodami a nevýhodami.

Výstupní porty U808D

Probereme postupně běžné možnosti výstupních portů popř. signálů, které nám výstup U808D nabízí. Na obr. 16 je jednoduchý dekoder všech adres normálních instrukcí vstup/výstup. Jeho výstupy jsou nejjednodušší a často opomíjená možnost výstupního signálu (impuls o definované pevné délce trvání odvislé na hodinách U808D) viz obr. 17. Tento způsob je velmi nenáročný na hardware, ale náročný na počet využitých instrukcí OUT.

Použitím podmínkového signálu k již zmíněnému strobovacímu signálu lze získat obvod na obr. 18. Jako podmínkový vstup je užít jeden bit registru ADL (obsahuje obsah registru A při instrukci INP nebo OUT). Také použitím dekoderu MH3205 lze podmínkové vstupy rozšířit až na osm z jednoho dekoderu při jeho napojení na výstupy registru ADL (obr. 19). Program pro získání impulsu OUT 6-0 bude

XRA (0 do reg. A)

OUT 06H

pro získání impulsu OUT 6-3

LAI 03H

OUT 06H

atd.

Jak jsem se již zmínil, je délka trvání impulsu závislá na hodinovém kmitočtu U808D. Chceme-li mít nastavitelnou délku trvání výstupního impulsu, pak je výhodné použít monostabilní klopný obvod, například UCY74123 (rovnice pro určení RC byla uvedena v části o hodinách U808D), viz obr. 20.

Jiná možnost „programování“ délky trvání impulsu je dána použitím klopného obvodu typu R-S jako výstupu, obr. 21. Program bude vypadat takto

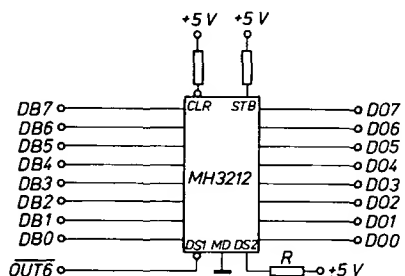
XRA (0 do reg. A)

OUT 06H nastavení KO R-S

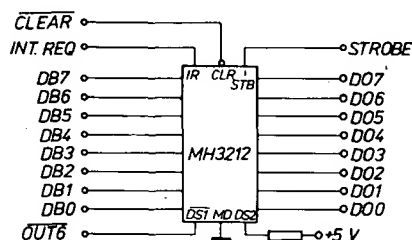
LAI 01H

OUT 06H přestavení KO R-S

Nejčastěji se používá řada klopných obvodů (MH7475 nebo MH3212, SN74100 atd.) pro uchování celé informace uložené v registru A. Do příslušného výstupního portu se převede příslušným strobovacím signálem OUT 0 až OUT 23. Informace zůstane uchována buď do nové instrukce OUT pro tentýž výstup, nebo do doby potvrzení příjmu výstupní periférii (ku příkladu při použití obvodů MH3212). V prvním případě lze obvod MH3212 zapojit podle obr. 22. V druhém případě, kdy se mikroprocesor „doví“, že periferní zařízení data již přijalo, se obvod MH3212 zapojí podle obr. 23. Signálu STB se použije jako vstupního signálu pro potvrzení příjmu dat od periférie. Požadavek přerušení zde oznámí potvrzení příjmu dat (INTERRUPT REQUEST).



Obr. 22. Výstupní port s MH3212



Obr. 23. Výstupní port s MH3212 s potvrzením

Paměť mikropočítače

Přestože mikroprocesor je základním prvkem mikropočítače, je paměť nutným doplňkem, který svou cenou značně přesahuje cenu mikroprocesoru. Mikropočítač potřebuje paměť ze dvou důvodů:

a) program – mikroprocesor je obecný číslicový prvek, který musí být programován k tomu, aby plnil určité od něho očekávané funkce. Procesor získává své instrukce z paměti ROM.

b) dočasné uchování dat – mikroprocesor sám obsahuje určitý počet vnitřních registrů, představujících omezenou paměťovou kapacitu. Tato kapacita nebývá dostatečná a proto se běžně používá paměť RAM o určitém rozsahu.

Spolupráce s pamětí

Programový čítač (Program counter – PC) je vnitřní registr mikroprocesoru, který obsahuje adresu paměťového místa, ze kterého se má číst následující instrukce. Paměťová místa, ze kterých se instrukci mají data číst nebo kam se data mají zapsat jsou adresována obsahem registrů H a L. Během kterékoli instrukce spolupracující s pamětí je adresa přístupná na datové sběrnici ve dvou částech; „dolních“ osm bitů adresy v čase T1 a „horních“ šest bitů v čase T2. Obě části adresy

jsou uchovány v adresovém registru ADL a ADH.

Můžeme tedy shrnout

1. Programový čítač – 14 bitů – adresa pro čtení instrukce z paměti.

2. Registry H a L –

a) adresa pro čtení dat z paměti;
b) adresa pro zápis dat do paměti.
Například instrukce mikroprocesoru ADM přičte obsah paměťového místa určeného obsahy registrů H a L k obsahu střadače. Následujících 11 instrukcí pracuje s paměťovým místem, jehož adresa je určena obsahem registrů H a L – LMr, LMI, LrM, ADM, ACM, SUM, SBM, NDM, XRM, ORM, CPM.

Uvedu příklad programu (hexadecimální interpretace):

chci přesunout obsah paměti z adresy 1B20 do střadače.

adresa	obsah	instrukce
001A	36	LLI 20H
001B	20	
001C	2E	LHI 1BH
001D	1B	
001E	C7	LAM
1B20	FF	

Konvence adresování paměti

U procesoru U808D je paměťové místo specifikováno na 14 bitech interního programového čítače PC. Těchto 14 bitů představuje 2^{14} možností, tj. 16×1024 bitů, tedy 16 k Byte paměti.

Horních šest bitů adresy A8 až A13 určuje 64_{10} stránek paměti (page), kde stránka je skupina 256 byte adresovaných adresovými bity A0 až A7. Při oktálovém zápisu reprezentuje jedna stránka místa 000₈ až 377₈, při hexadecimálním 00H až FFH. To tedy znamená, že 1 k Byte paměti obsahuje čtyři stránky – 000₈, 001₈, 002₈, 003₈ resp. 00H, 01H, 02H, 03H. Uvědomuji si, že hovořím o binární, oktálové a hexadecimální interpretaci čísla, proto uvedu tabulku 7. Například 10101101 binárně je 255 oktálové a AD hexadecimálně.

Tab. 7.

dekadicky	binárně	oktálově	hexadecimálně
0	0000	00	0
1	0001	01	1
2	0010	02	2
3	0011	03	3
4	0100	04	4
5	0101	05	5
6	0110	06	6
7	0111	07	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11

Stránkování paměti RAM

Technika stránkování paměti zahrnuje jak hardwarové, tak i softwarové změny, přičemž oboje zmenšuje množství hardwaru, zkracuje program a vzrůstá rychlost zpracování programu u mikropočítače s U808D. Stránkování paměti RAM uvolní také často některý z registrů mikroproce-

soru pro jiná použití. Omezením návrhu tímto způsobem vznikne mikropočítač pouze s jednou stránkou paměti RAM nebo ještě menší.

Jak jsem již dříve uvedl, tak instrukce, které čtou data, mohou spolupracovat s pamětmi ROM i RAM. Instrukce, které provádějí zápis, pak pouze s pamětmi RAM. U mikropočítače s jednou stránkou paměti RAM může být návrh proveden tak, že při zápisu se automaticky spolupracuje s pamětí RAM. Číslo stránky je tedy ignorováno a na obsahu registru H v tomto případě nezáleží.

Uvedu příklad programu na porovnání vlastností užití jednostránkové paměti RAM. Úkolem je přesun prvních 40H byte z paměti ROM (stránka 20H) do paměti RAM (stránka 3FH).

počet byte	počet cyklů	celk. počet instrukce	instrukce
2	8	8	LLI 40H začátek
2	8	512	SKOK LHI 20H stránka ROM
1	8	512	LAM data z ROM
2	8	512	LMI 3FH stránka RAM
1	7	448	LMA uchová v RAM
1	5	320	DCL další adresa
3	11/9	702	JFC SKOK
12		3014	

Tentýž program bude při využití techniky jednostránkové paměti RAM vypadat takto

2	8	8	LLI 40H
2	8	8	LMI 20H
1	8	512	SKOK LAM
1	7	448	LMA
1	5	320	DCL
3	11/9	702	JFC SKOK
10		1998	

Výhody jsou v daném případě patrné. Při hodinových impulsích 2,5 μ sec pro U808D je rozdíl $5 \cdot (3014 - 1998) = 5080$ mikrosekund, program je o 30 % rychlejší a o dva byte kratší.

Užití jednostránkové paměti RAM je výhodné v systémech pracujících s přerušením. Přijde-li požadavek přerušení je nutné uchovat pouze obsah registru L předtím, než se uchovají ostatní registry v RAM. Bez užití jednostránkové techniky pro paměť RAM je třeba uchovat registry H a L před uložením zbývajících registrů v RAM. Běžná praxe při uchovávání obsahu registrů v podprogramu zpracovávajícím přerušeni je přesunout registr H do registru D a registr L do E. Do registrů H a L se vloží adresa pro uchování registrů A a B. Užitím jednostránkové paměti RAM je třeba uchovat jen obsah registru L v registru E před uchováním registrů ostatních. To uvolňuje registr D pro volné programové použití. Tato skutečnost může usnadnit programování a zmenšit počet kroků programu.

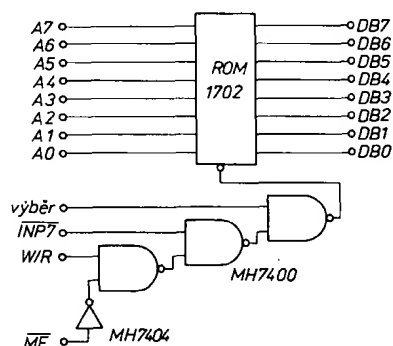
Pružnější spolupráce s pamětí

Existují dva základní způsoby, jak přesunout data z paměti do některého z vnitřních registrů U808D. První způsob je použití instrukce LrL. Tato instrukce je vhodná zejména pro přesuny konstant uložených přímo v paměti ROM. Tento způsob není nejekonomičtější pro plnění paměti. Druhý způsob spočívá v použití instrukce LrM. Zde ale je nutné stále plnit registry H a L. Tento způsob je pružnější než předchozí, ovšem neustálé modifikování obsahu registrů H a L není také nejracionalnější. Používají se některé jednodušší způsoby adresování. Jedním z nich je použití již zmíněné jednostránkové paměti RAM, kdy si ušetříme manipulaci s registrem H. Tento způsob je ale vhodný pro malé systémy, kde jedna

stránka paměti RAM stačí. Užitečný je způsob adresování paměti ROM jako vstupního portu s rozšířeným adresováním pomocí registru A.

Paměť ROM jako vstupní port

Touto technikou lze s pamětí ROM spolupracovat dvojím způsobem. Zprvu je to normální způsob adresování použitím instrukcí LRM ve spolupráci s registry H a L. Druhý způsob spočívá v adresování a přenosu dat z paměti ROM instrukcí INP. Pro tento způsob spolupráce je potřeba určitá úprava hardware. Běžné systémy dovolují číst paměť během cyklů PCI (čtení instrukčního kódu) a PCR (čtení dat), ale právě probraný způsob to také musí dovolit během PCC (I/O operace). U systému VSS808 by to znamenalo tuto úpravu pro spolupráci s pamětí EPROM 1702 (obr. 24), kde signál „výběr“ znamená kombinaci adresových bitů A8 až A13



Obr. 24. Paměť ROM přístupná jako paměť i vstupní port

podle stránky ROM. Například bude-li stránka ROM 03H, pak adresy EPROM jsou od 0300H do 03FFH. Uvedu příklad pro převedení dat z paměťového místa 031AH do střadače jednak běžným způsobem a jednak pomocí instrukce INP.

normálně	pomocí INP
LHI 03H	LAI 1AH
LLI 1AH	INP 7
LAM	
5 byte	3 byte

Požadavek přerušení – „INTERRUPT“

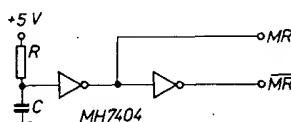
Každý mikroprocesor má možnost přerušit běh hlavního programu a vykonat podprogram. Pak se řízení obvykle vrací zpět hlavnímu programu.

Je-li vstup INT – vývod 18 uveden do stavu log. 1, U808D rozpozná požadavek přerušení v následujícím cyklu PCI signály S0, S1, S2 011 namísto času T1. Tento alternativní čas se označuje T11. U normálního času PCI – T1 je inkrementován programový čítač PC na konci T1. Tím si procesor připravuje podmínky pro přesun další instrukce programu. Během času T11, jenž potvrzuje registraci požadavku přerušení, programový čítač inkrementován není. To umožňuje procesoru zapamatování návratové adresy do hlavního programu. Cyklus PCI začínající časem T11 umožňuje „vnutit“ procesoru skok do podprogramu pro zpracování přerušení. „Vnucení“ instrukce pro skok do podprogramu je uskutečněno pomocnými vnějšími obvody mikroprocesoru a je na návrháři systému jak tuto funkci navrhne.

Startovací (inicializační) „interrupt“

Mikroprocesor U808D používá funkce „interrupt“ k opuštění počátečního stavu

STOP-T3S, ve kterém se procesor nalézá po zapnutí. Během šestnácti časovacích period jsou všechny vnitřní registry A, B, C, D, E, H a L a programový čítač vynulovány. K opuštění počátečního stavu STOP – T3S je třeba inicializační „interrupt“. Může se k tomuto účelu použít signál pro počáteční nastavení vnějších klopných obvodů a registrů, obvykle se nazývá Master reset. Ten provede inicializační „interrupt“, následuje provedení instrukce „interrupt“. Interruptová instrukce obvykle způsobí skok do inicializačního podprogramu (také se nazývá restartový podprogram), který může kupř. vynulovat paměť RAM, vynulovat výstupní porty nebo nastavit počáteční podmínky pro vnější periferie, obr. 25.



Obr. 25. Jednoduchý obvod Master Reset

Použití přerušení

Program do kterého se mikropočítač dostane po ukončení inicializačního podprogramu a který obsahuje instrukce pro zpracování základních funkcí a řídí vlastně celou činnost mikropočítače, se nazývá hlavní program. Objeví-li se požadavek přerušení, dokončí mikroprocesor právě prováděnou instrukci a pak dovolí hardware „vnutit“ instrukci „interrupt“. Touto instrukcí bývá instrukce 00AAA101 – RESTART, která způsobí skok do podprogramu na adrese AAA000. Tento stav „obsluhový“ podprogram přerušení zpracuje a na svém konci obsahuje návrat na původní místo do hlavního programu instrukcí 00000111 – RETURN.

Příkladem použití přerušení může být spolupráce mikropočítače s klávesnicí. Je-li stisknuta klávesa, je vydán požadavek přerušení (kromě kódu klávesy); mikropočítač dokončí právě prováděnou instrukci hlavního programu; následuje skok do podprogramu pro obsluhu přerušení z klávesnice, který například uloží znak z klávesnice do paměti RAM pro další použití. Poté se z podprogramu vrátí řízení opět hlavnímu programu a pokračuje se instrukcí, která následuje instrukci, při níž došlo k požadavku přerušení. Obsluha klávesnice se může ale také obejít bez přerušení. Tehdy je ale třeba se v hlavním programu stále vracet ke vstupnímu portu, kde klávesnice je připojena.

Použití přerušení je důležitý faktor při návrhu systému s mikroprocesorem. Někde není (kromě inicializačního – to je nutné u U808D vždy) použito vůbec, někde se používá pouze jedno, jinde více-úrovňový vektor přerušení. Někde je přerušení povoleno pouze v T3S – STOP v PCI, jinde je třeba povolit jeho zpracování i během hlavního programu.

Synchronizace přerušení s U808D

Vstup INT mikroprocesoru U808D vyžaduje řádnou vnější synchronizaci změny úrovně signálu INT. Novější mikroprocesory jako 8080 a Z80 a jejich potomci mají již řádnou synchronizaci zabezpečenu uvnitř. Signál INT je uvnitř U808D veden ke dvěma různým částem vnitřních obvodů mikroprocesoru. Okamžik přerušení nastává se spádovou hranou Φ_1 . Jestliže INT se změní krátce před touto hranou (200 ns), jedna z vnitřních částí může interrupt zaznamenat a druhá nikoli a dojde ke „zmatku“. Z těchto důvodů je nutné

zabezpečit synchronizaci změny signálu INT buď s náběžnou hranou Φ_1 , nebo lépe s Φ_2 .

Interrupt v T3S – STOP

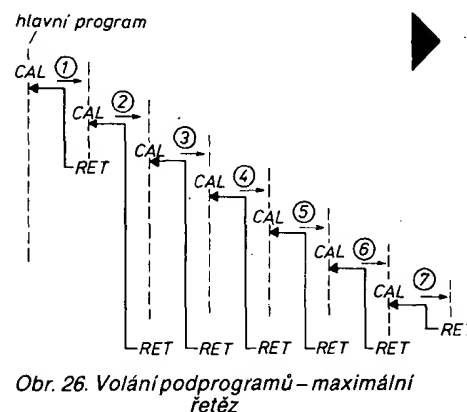
Pro malé systémy, kde není nutné bezprostředně ihned „obsloužit“ přerušení, je výhodné použít způsob povolení přerušení pouze ve stavu T3S – STOP, kam se mikroprocesor dostane programově instrukcí HLT. Snižuje se nároky na hardware i software (nutnost uchovávat registry a příznaky). Uvědomme si totiž, že u velkých počítačových systémů s rozsáhlými interruptovými řetězci také nedochází k okamžitému ošetření požadavku přerušení, je-li právě zpracováváno přerušení s vyšší prioritou a přijde přerušení s prioritou nižší.

Obecné povolené přerušení

U některých systémů je třeba dovolit přerušení a jeho zpracování v obecném okamžiku (tedy nejen v T3S – STOP) hlavního programu nebo podprogramu. Tato technika však vyžaduje uchování tzv. procesorového statusu. Procesorovým statusem míním obsahy vnitřních registrů mikroprocesoru A, B, C, D, E, H a L a příznaků CARRY, ZERO, SIGN a PARITY. Modernější mikroprocesory jako 8080 a Z80 a jejich následovníci mají pro uchování procesorového statusu instrukce PUSH a pro zpětné získání instrukci POP. Mikroprocesor U808D však tyto šikovné instrukce nemá a tak je třeba je vhodně obejít. Rozdělíme si popíšeme, jak to lze udělat.

Zásobník a programový čítač (jejich funkce při podprogramu)

Mikroprocesor U808D obsahuje osm programových čítačů. Ukazatel zásobníku určuje, který z oněch čtrnáctibitových registrů je právě přístupný. Je-li zavolán podprogram, je ukazatel zásobníku posunut „nahoru“ o jednu úroveň. Tím v „opuštěném“ programovém čítači zůstane adresa instrukce, na které skončil při skoku do podprogramu. „Nový“ programový čítač je modifikován skokovou instrukcí do podprogramu. Je postupně inkrementován podle průběhu podprogramu. Při instrukci RETURN se ukazatel zásobníku sníží o jednu úroveň. Tím se „vytáhne“ programový čítač „opuštěný“ při skoku do podprogramu. Podle jeho obsahu lze samozřejmě volat další podprogram. U již zmíněných mikroprocesorů 8080 a Z80 počet úrovní volání závisí na definici velikosti zásobníku paměti RAM. Mikroprocesor U808D má však zásobník vnitřní – oněch osm čtrnáctibitových registrů. To ale znamená, že lze volat nejvýše až do sedmé úrovně. Jinak nenastane po poslední instrukci RETURN návrat do původní úrovně (obr. 26).



Obr. 26. Volání podprogramů – maximální řetěz

Príznakové klopné obvody

Príznaky se mění v závislosti na výsledku vykonané aritmetické a logické operace. Jsou čtyři: C – CARRY – přetečení nebo podtečení, Z – ZERO – výsledek je nulový, S – SIGN – výsledek je záporný (bit D7 je roven 1), P – PARITY – když počet jedniček ve výsledku je sudý, je P = 1. Popíšme si všech 16 kombinací příznakových bitů:

CPZS	Výsledek
0000	kladný, nenulový, bez přenosu
0001	záporný, bez přenosu
0010	není možné; je-li Z = 1, musí být také P = 1 – protože nulový výsledek znamená vlastně sudý počet jedniček
0011	není možné; je-li S = 1 nemůže být Z=1
0100	sudý počet jedniček, bez přenosu, kladné číslo
0101	sudý počet jedniček, bez přenosu, záporné číslo
0110	nulový obsah, bez přenosu
0111	není možné; je-li S=1 nemůže být Z=1
1000	kladný, nenulový, s přenosem
1001	záporný, s přenosem
1010	není možné; je-li Z=1 musí být také P=1
1011	není možné; je-li Z=1 musí být také P=1
1100	kladný, sudý počet jedniček, s přenosem
1101	záporný, sudý počet jedniček, s přenosem
1110	nulový obsah, s přenosem
1111	není možné; je-li S = 1 nemůže být Z=1

Uchování procesorového statusu

Hned na začátku musím zdůraznit, že uchování obsahu všech registrů bez datových obvodů (hardware) není možné. Teoretická mez pro systém s jednou stránkou paměti RAM je uchování šesti ze sedmi registrů A až L. S více než 256 byte RAM lze programově uchovat pouze pět vnitřních registrů.

Nejvhodnější způsob, jak uchovat více než jeden registr, vyžaduje použití registry H a L pro adresy paměti a instrukce LMR a INL. Vzhledem k tomu, že ale instrukce INL – inkrement L – modifikuje příznaky, je zase nutné nejprve uchovat příznaky. Pro uchování příznaků se ovšem použije registr A. Tím je nutné nejprve uchovat obsah registru A. Tuto sérii protikladů lze řešit programem o třech částech.

První část musí uchovat registry H a L a vložit do nich adresu paměti RAM, kde se má uložit obsah střádače.

Druhá část určuje stav příznaků, které mají být uchovány. Příznaky nepoužité v hlavním programu není nutno uchovávat. Ke konci druhé části programu obsahuje střádač všechny informace tak, aby mohly být opětovně získány zpět. Tato část je ukončena instrukcemi INL a LMA. Instrukci INL již lze použít, neboť stav příznaků byl již určen a změna příznaků již nevede.

Třetí část programu je určena k uchování obsahu ostatních registrů použitých hlavním programem a obsluhujícím podprogramem přerušení společně. Obsah registrů, které podprogram nepoužívá, není nutné uchovávat.

Část první

LDH	uchová reg. H v reg. D;
LEL	uchová reg. L v reg. E;
LHI 01H	počáteční adresa pro
LLI 80H	uchování procesorového statusu;
LMA	uchová obsah střádače.

Z první části je patrné, že registry D a E nelze uchovat.

Druhá část

LAI	00 do střádače;
JTZ C	
LAI COH	
JFS C	
LAI 30H	
C:RAR	čtyři bit CARRY;
JTP P	
XRI 01H	definuje lichou paritu
P:INL	

LMA
Pro ozřejmění bude vhodné uvést obsahy střádače v závislosti na deseti možných kombinacích příznaků C, P, Z, S.

CPZS	střádač	CPZS	střádač
0000	19H	1000	99H
0001	61H	1001	E1H
0100	18H	1100	98H
0101	60H	1101	EOH
0110	00H	1110	80H

Při zpětném čtení příznaků se provedou instrukce

LAM	
ADA	

Třetí část je potom

INL	uchová reg. B;
LMB	
INL	uchová reg. C;
LMC	
INL	uchová reg. H;
LMD	
INL	uchová reg. E.
LME	

V paměti je procesorový status pak uložen takto:

LHI	01H
LLI	85
LEM	načte reg. L;
DCL	
LDM	načte reg. H;
DCL	
LCM	načte reg. C;
DCL	
LBM	načte reg. B;
DCL	
LAM	čte příznaky;
ADA	definuje příznaky zpět;
DCL	
LAM	čte zpět střádač;
LLE	obnoví obsah reg. L;
LHD	obnoví obsah reg. H;
RET	konec podprogramu.

Konstrukce

Mikroprocesorový vývojový stavebnicový systém byl především konstruován s ohledem na potřebu vývoje; jednak obvodového řešení a ověření jeho provozuschopnosti, a pak také k odlaďování programů pro pevnou funkci mikroprocesorového zařízení na bázi obvodu U808D. S ohledem na potřebu odlaďování programů je VSS808 vybaven relativně složitým ovládacím panelem s příslušnými obvody. Konsole, realizovaná na dvou deskách s plošnými spoji o rozměrech 410 × 110 a 100 × 160 mm, tvoří prakticky 40 % veškeré spotřeby integrovaných obvodů celého VSS808.

Sběrnice VSS808

Sběrnice je společná pro všechny osazené desky. Lze ji rozdělit na tři základní skupiny signálů (tab. 8):

Tab. 8. Tabulka zapojení sběrnice VSS 808

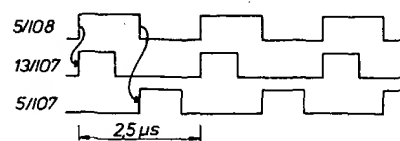
Číslo	Signál	Číslo	Signál
1	0 V	31	S0
2	0 V	32	S1
3	5 V	33	S2
4	5 V	34	SYNC
5	D7	35	I/O
6	D6	36	RDY
7	D5	37	DMA
8	D4	38	DBE
9	D3	39	ADL
10	D2	40	ADH
11	D1	41	MADV
12	D0	42	
13	ME	43	-9 V
14	W/R	44	
15	A0	45	MR
16	A1	46	
17	A2	47	
18	A3	48	
19	A4	49	
20	A5	50	
21	A6	51	Φ ₂₂
22	A7	52	Φ ₂₁
23	A8	53	
24	A9	54	
25	A10	55	Π
26	A11	56	IAZ
27	A12	57	IAI
28	A13	58	IR
29	A14	59	IAO
30	A15	60	0 V
		61	0 V
		62	0 V

- třístavové oboustranné;
- s otevřeným kolektorem;
- standardní TTL.

Sběrnice rozvádí dvě napájecí napětí +5 V a -9 V. Datová část sběrnice je třístavová a obousměrná. Adresní část sběrnice je tvořena pouze výstupy TTL integrovaných obvodů, tvořících adresový registr. Řídící signály tvořené na desce CPU jsou většinou s otevřeným kolektorem. Úroveň hodinových signálů je TTL. Při každém dalším návrhu na doplnění systému VSS808 je tedy nutné počítat s omezenou zatížitelností zejména u adresové části sběrnice.

Deska CPU (obr. 29, 30, 31)

Deska CPU (Central Processing Unit) obsahuje především mikroprocesorový obvod U808D (IO5); dále pak hodiny, řídicí logiku, budiče datové sběrnice, obvody přerušení včetně budičů instrukce přerušení. Hodiny jsou vytvořeny ze dvou integrovaných obvodů UCY74123 IO7 a IO8. Konstanty RC jednotlivých monostabilních klopných obvodů jsou určeny podle již dříve uvedeného vzorce. Základní kmitočet se pohybuje kolem 0,4 MHz, což je dáno jemností řady a tolerancí součástek (odpory jsou pevné). Naměřené hodnoty Φ₁ a Φ₂ a jednotlivé průběhy jsou na obr. 27. Řídící logika je tvořena zejména IO10 (paměť ROM74188), naprogramovanou podle tabulky 9. Vstupy IO10 jsou jednak stavové signály S0, S1, S2, oddělené obvodem IO6 MH3216 od mikroprocesoro-



Obr. 27. Diagram hodinového obvodu VSS808

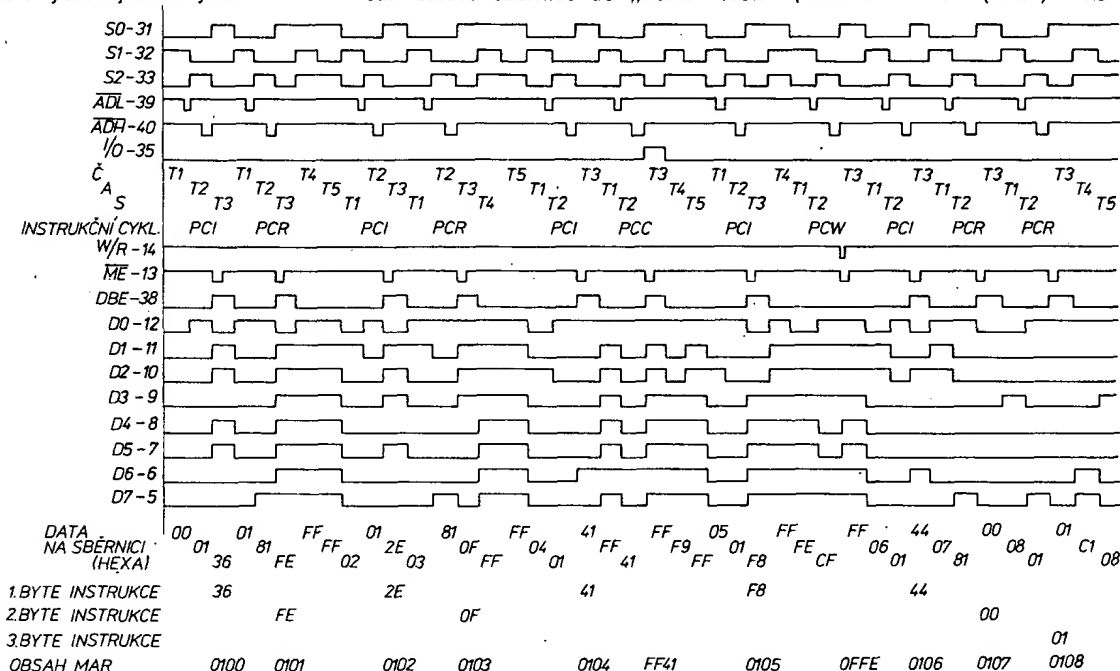
rového obvodu U808D, jednak signály A14 (vývod 29 sběrnice) a A15 (vývod 30 sběrnice), které dodává MAR na desce paměti 4 kByte RAM.

Paměť ROM MH74188 má výstupy s otevřeným kolektorem, proto jsou všechny výstupy IO10 doplněny pull-up odpory, 1,8 kΩ.

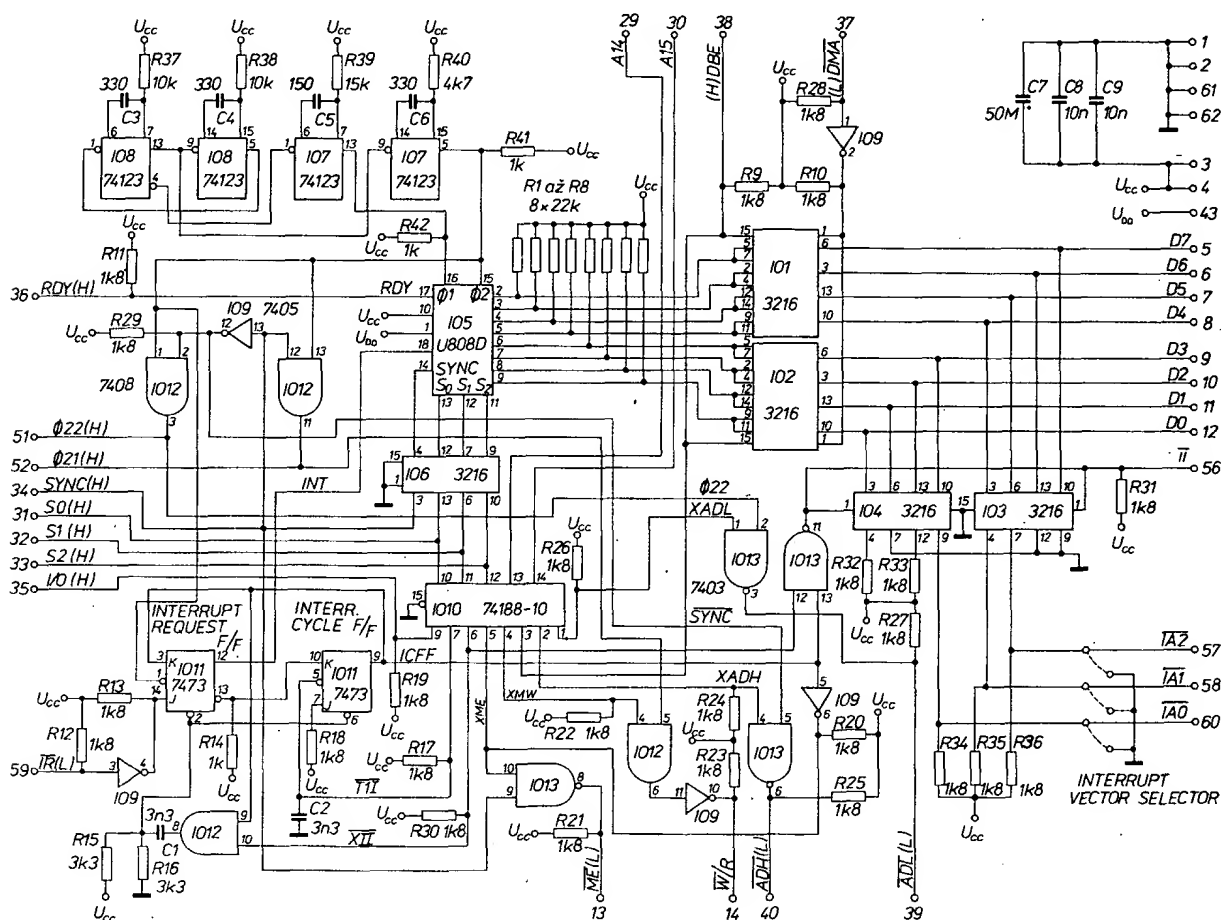
Proberme postupně všechny řídicí signály, které vycházejí z desky CPU.

Signál ADL (Adress Low) je strobovací signál pro přesun obsahu datové sběrnice v čase T1 resp. T11 do „dolní“ části MAR na desce paměti RAM. Signál ADL je synchronizován s hodinovým signálem Φ_{22} a je aktivní v log. 0 (otevřený kolektor). Signál ADL je vyveden na sběrnici na vývod 39. Dalším řídicím signálem je ADH (Adress High). Tento signál strobuje obsah datové sběrnice do „horní“ části

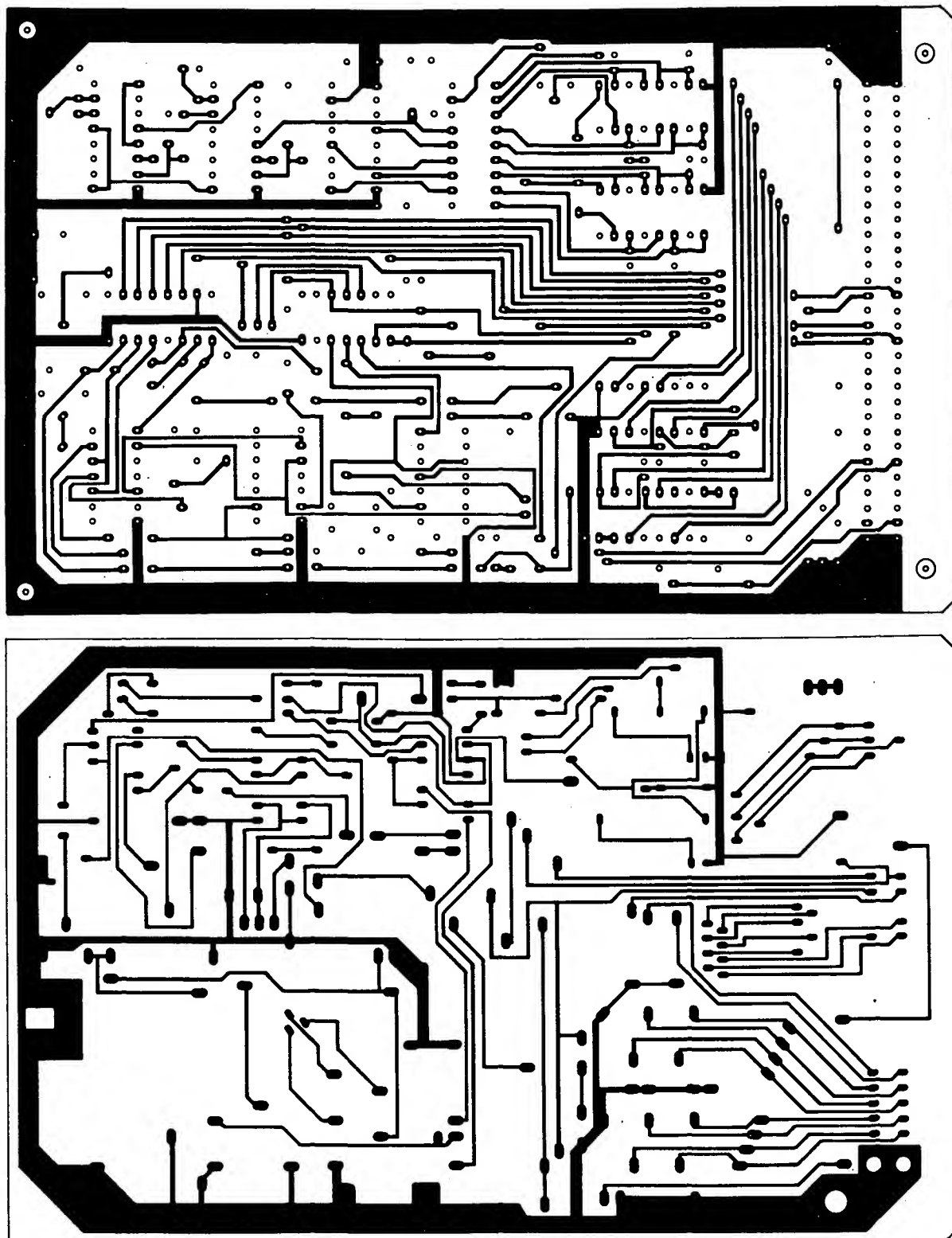
MAR. Signál ADH je synchronizován se signálem SYNC log. 1. ADH je aktivní v log. 0. Tento signál je „širší“ než ADL, to proto, že při adresování portu nebo paměti vyžadujícím dlouhou dobu přístupu by pro přechod procesoru do stavu WAIT nebylo možné včas změnit úroveň signálu RDY (vývod 36 sběrnice) tak, aby procesorový obvod zasynchronizoval na konci T2 přechod do T3W (WAIT) – viz celkový



Obr. 28. Časový diagram krátkého programu



Obr. 29. Schéma zapojení procesorové desky VSS808



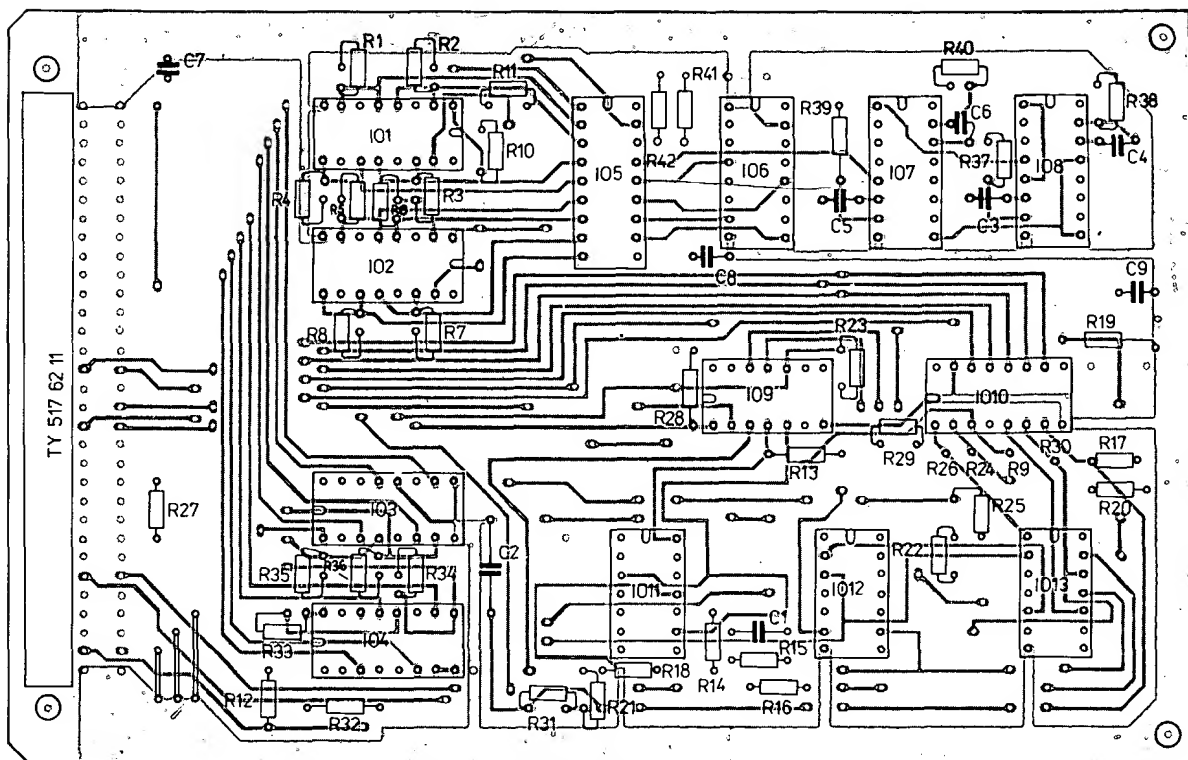
Obr. 30. Obrazce plošných spojů procesorové desky VSS808 (Q101)

časový diagram VSS808. Signál ME (Memory Enable – uvolnění paměti) je synchronizačním signálem pro adresové dekodéry a tím i řídící vstupy (CS – Chip select) paměťových obvodů. Signál ME je vždy log. 0, když se má z paměti číst nebo do paměti zapisovat. Je signálem z výstupu s otevřeným kolektorem (vývod 13 sběrnice). Je synchronizován signálem SYNC log. 1. Signálem určujícím, zda se bude z paměti číst nebo zapisovat je u VSS808 signál W/R vývod 14 sběrnice. Signál W/R je synchronizován hodinovým signálem Φ_{21} . Signál W/R je log. 0, jedná-li se o zápis, v ostatních případech je v log. 1 (otevřený kolektor). Dalším řídícím signálem je DBE

(Data Bus Entry); tento signál je přímo výstupem IO10 MH74188. DBE určuje směr toku dat po oboustranné datové sběrnici. Je-li log. 0, pak data směřují z mikroprocesoru na sběrnici, nabude-li DBE úrovně log. 1, pak mikroprocesor čte data ze sběrnice. Signál definující synchronizaci pro vstupní a výstupní porty je I/O – vývod 35 sběrnice. Je tvořen výstupem IO10, přičemž je aktivní v log. 1. Při čtení instrukce přerušení (RST) definované propojkami IA0, IA1 IA2 na vstupech budičů IO3, IO4 na zem se užívá signál I (Interrupt Instruction), zapojený jako vstup DC MH3216. Výjmutím propojek IA0 až IA2 je možné modifikovat instrukci RST tak, že

mikroprocesor provede odskok na jinou adresu. Vyjeme-li všechny spojky, můžeme rozšířit VSS808 o desku přerušení. Signál I je tvořen součtem signálů X11 jako vstupu IO10 a ICFF z výstupu klopného obvodu Interrupt Cycle (IO11).

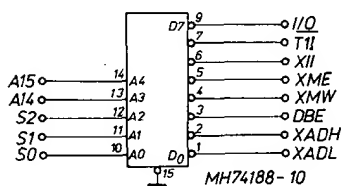
Funkce přerušení byla popsána dříve. Teď popíšeme funkci klopných obvodů přerušení. Vstupní signál IR log. 0 (vývod 59 sběrnice) definuje podmínku pro nastavení JK klopného obvodu IO11 Interrupt Request při nejbližší spádové hraně Φ_2 . Tím je řádně zasynchronizován požadavek přerušení (signál INT vstup 18 IO5). Mikroprocesor dokončí instrukci a potvrdí příchod INT signálem T1 (vývod 7 IO10).



Obr. 31. Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji Q101

Tab. 9. Obsah ROM MH74188-10 CPU

adresa	obsah	adresa	obsah
00	40	10	40
01	74	11	54
02	41	12	41
03	40	13	40
04	42	14	42
05	40	15	40
06	01	16	00
07	40	17	40
08	40	18	40
09	C4	19	58
0A	41	1A	41
0B	40	1B	40
0C	42	1C	42
0D	40	1D	40
0E	00	1E	00
0F	40	1F	40



Protože na vstupu 10 IO11 je v log. 1, je klopný obvod Interrupt Cycle překlopen a ICFF je v log. 1. V následující T3 je generován signál XII a signál II pro čtení instrukce přerušení. Spádová hrana signálu XII vrátí oba klopné obvody, jak Interrupt Request, tak i Interrupt Cycle do výchozího stavu. Signál ICFF (log. 1) přes hradlo IO9 výstup 6 blokuje signál ME. Posledním vstupním signálem desky CPU je DMA (Direct Memory Access) aktivní v log. 0. Na vstupu je opatřen odporem pull-up pro možné sdílení hradly s otevřeným kolektorem. Tento signál je určen pro možnost uvedení vnější části datové sběrnice do třetího stavu.

Signál DMA je u VJS808 generován pouze ovládacím panelem při zápisu nebo čtení paměti RAM.

Ovládací panel (konzole), obr. 32 až 37.

Konzole je tvořena dvěma deskami s plošnými spoji, čelním panelem a vlastní deskou konzole, připojenou na sběrnici; desky jsou vzájemně propojeny dvěma kabely. Konzole jako celek je tvořena několika základními logickými bloky. Je to jednak oboustranný třístavový budič datové sběrnice, osmibitový pracovní registr konzole, ovládací logika START/STOP/STEP/INT, logika zápisu a čtení paměti a zobrazovací část. Popíši funkci jednotlivých signálů na konkrétní činnosti konzole.

Signály A0 až A13, DMA, ADL, ADH, SYNC, MADV a IR jsou vedeny na desku čelního panelu přímo ze sběrnice. Ze sběrnice jsou nejprve přivedeny na desku konzole, uprostřed které je umístěn konektor FRB se třiceti vývody. Z tohoto konektoru jsou signály vedeny na desku čelního panelu plochým kabelem. Signály jsou přiřazeny podle tabulky 12. Ostatní signály mezi deskou čelního panelu a deskou konzole jsou vedeny přes 62pólový konektor FRB na vnější hraně desky konzole a odtud opět plochým kabelem na desku čelního panelu. Vzájemné propojení je patrné ze schématu.

1) Vložení programu nebo dat do paměti

Zápis do paměti je možný z čelního panelu VSS808 buď ve stavu WAIT nebo STOP – jsou indikovány na displeji datové části jako svítící desetinné tečky číslicovek LED LQ410. Tyto stavy jsou dekodovány dekodérem IO8 na desce konzole, signál T3W – WAIT je výstup 1 IO8 a stav T3S – STOP je na vývodu 4 IO8, oba jsou aktivní v log. 0. Tyto signály jsou přes pracovní odpory přímo vedeny na desku čelního panelu na vstupy desetinných teček datových číslicovek LED. Stav WAIT se dosáhne při zapnutí VSS808, je-li tlačítko CONSOLE MODE stisknuto předem. Stav STOP dosáhne při zapnutí, je-li naopak předem stisknuto tlačítko RUN. Jak tedy zapisujeme do paměti. Stiskneme tlačítko CONSOLE MODE a vy-

máčkne tlačítko RUN, tím získáme tyto podmínky

- vývod 36 sběrnice-signál RDY – bude log. 0;

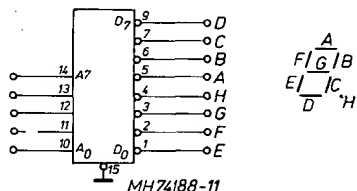
- klopný obvod RS RUN/STOP je ve stavu STOP (nezaměňovat se stavem mikroprocesoru T3S – STOP!!!);

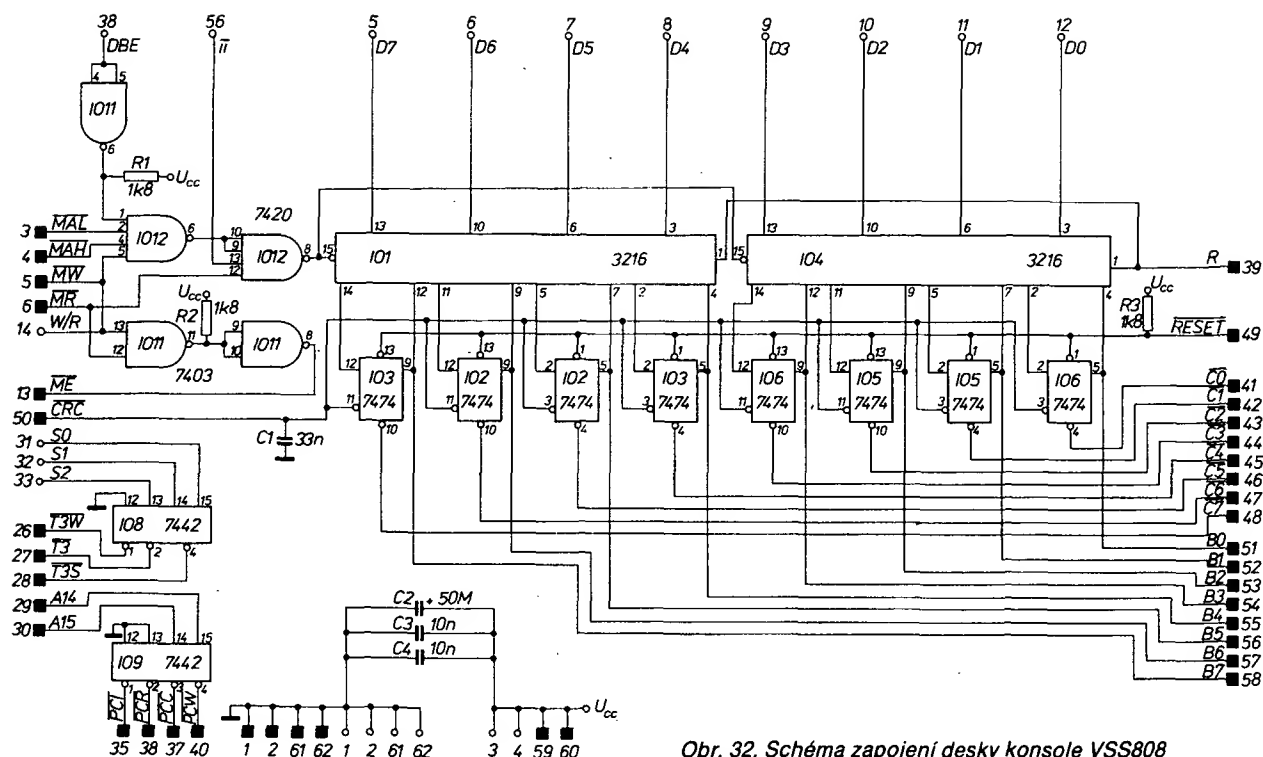
- vnitřní signál R konzole je log. 0 (tvoří vstup CS budičů datové sběrnice na desce konzole).

Nejprve zvolíme adresu paměťového místa, kam hodláme zapisovat. Stiskneme tlačítko RESET na čelním panelu, tím generujeme signál RESET log. 0 (vývod 49 vnitřního propojení desek konzole), který vynuluje všechny klopné obvody typu D MH7474, tvořící pracovní registr konzole. Výstupy pracovního registru

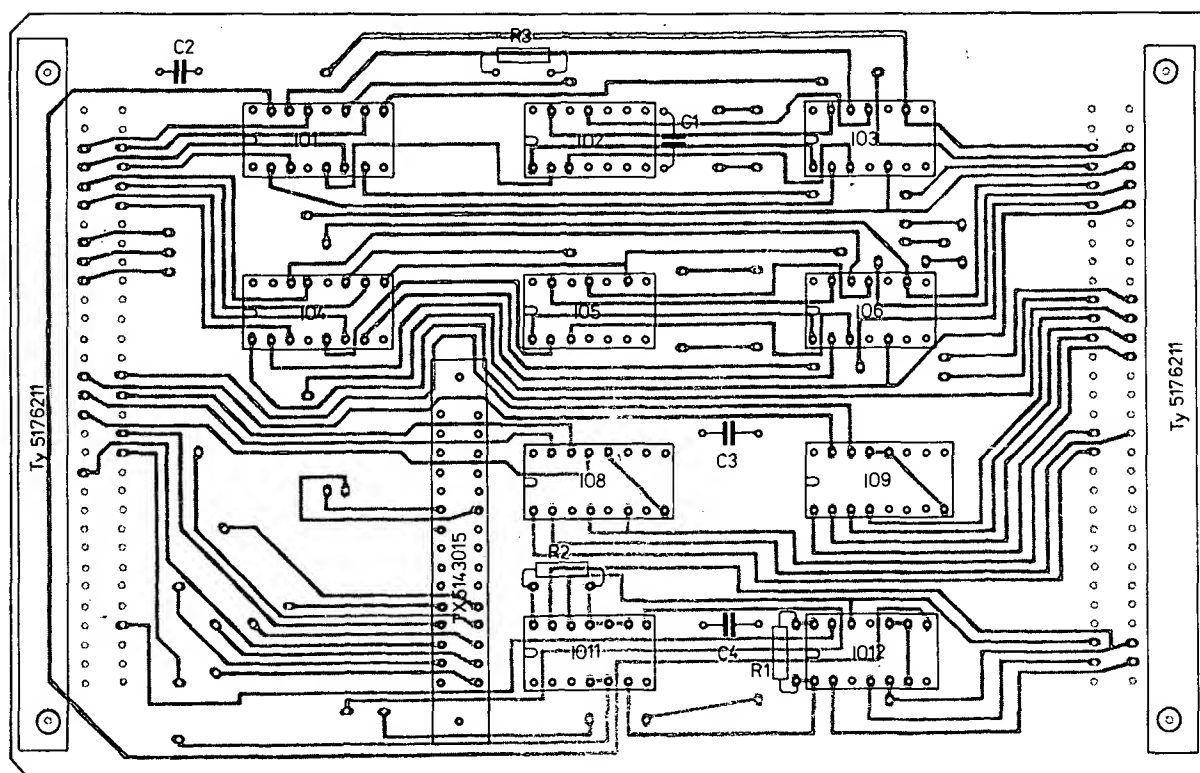
Tab. 10. Obsah ROM MH74188-11

adresa	obsah	adresa	obsah
00	0C	10	98
01	9F	11	7C
02	4A	12	C8
03	0B	13	9F
04	99	14	FA
05	29	15	FF
06	28	16	1E
07	8F	17	1C
08	08	18	19
09	89	19	BA
0A	88	1A	F7
0B	38	1B	FB
0C	6C	1C	C2
0D	1A	1D	FD
0E	68	1E	6B
0F	E8	1F	D9





Obr. 32. Schéma zapojení desky konsole VSS808

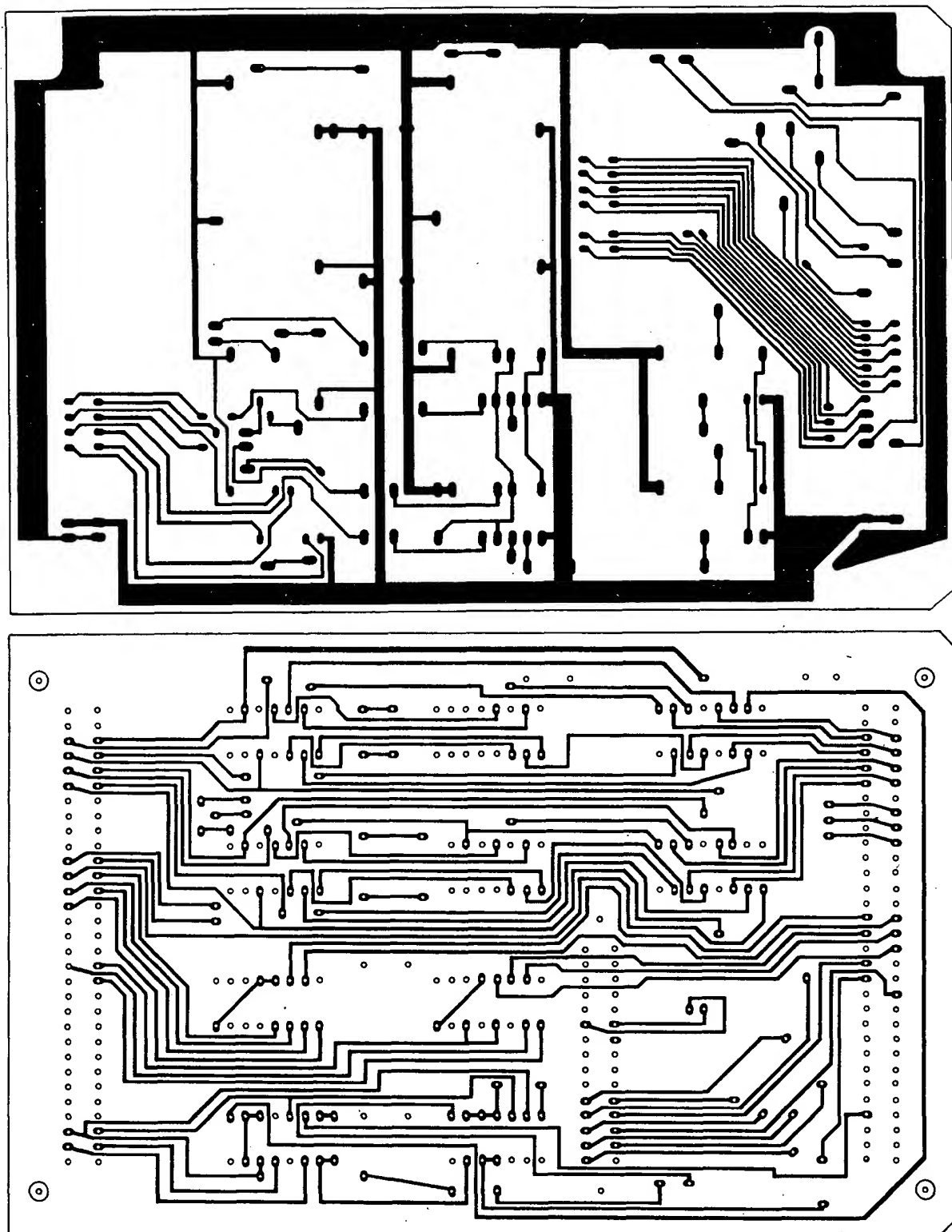


Obr. 33. Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji Q102 konsole VSS808

jsou přímo vedeny na dekodéry displeje, tvořené pamětmi ROM MH74188 naprogramovanými tak, aby umožňovaly hexadecimální interpretaci obsahu pracovního registru konsole (tabulka obsahu paměti ROM je v tab. 10). Vstupní tlačítka označená 0 až 7 a rozmístění podle váhy 8 4 2 1 jsou uvedena přímo na nastavovací vstupy klopných obvodů pracovního registru konsole na desce konsole (jedná se o vstupy 4 a 10 IO2, 3, 5 a 6). Volebná kombinace se samozřejmě okamžitě objevuje na datové části displeje pro kontrolu v hexadecimálním tvaru. Teď tedy

máme část adresy, na kterou budeme chtít zapsat, v pracovním registru konsole. Abychom ji přenesli do příslušné části adresového registru MAR na desce RAM 4 kByte, stiskneme příslušně označené tlačítko na čelním panelu označené analogicky ADL a ADH. Tato tlačítka jsou zapojena na klopné obvody RS k zamezení nežádoucích zámkitů signálů. Výstupy obvodů RS přímo generují signály ADL a ADH na sběrnici a současně se signálem STOP log. 1 pomocí součtového hradla signál DMA log. 0. Znamená to, že při přesunu dat z pracovního registru konso-

le do MAR je budič datové sběrnice mikroprocesoru na desce CPU ve třetí stavu, zatímco budiče konsole jsou pomocí IO12 MH7420 (výstup 8, log. 0) aktivovány ve směru z pracovního registru konsole na sběrnici. Zvolená část MAR tedy převezme obsah pracovního registru konsole. Adresu jsme tedy určili a zároveň máme obsah MAR na čelním panelu, tentokrát jsou dekodéry z paměti ROM MH74188 přímo připojeny na adresní část sběrnice a číslicovky LED LQ410 trvale zobrazují její obsah. Data, která chceme zapsat na zvolenou adresu, vložíme do



Obr. 34. Obrazce plošných spojů desky konzole VSS808 (Q102)

pracovního registru konzole již popsaným způsobem. Stisknutím tlačítka WRITE klopný obvod RS generuje signál MW (log. 0), který jednak generuje DMA (log. 0), dále je „přejmenován“ na známý W/R pro sběrnici, generuje také signál ME (log. 0) pro sběrnici a konečně také DC (log. 0) budiče konzole IO1 a IO2. Obsah pracovního registru konzole je přepsán do zvoleného místa paměti. Chceme-li dále zapsat na adresu o jednotku vyšší, stiskneme tlačítko MADV (Memory Advance). Klopný obvod RS, připojený na tlačítko MADV, generuje signál MADV na sběrnici (vývod 41), který je přiveden na hodinový vstup MAR na

desce RAM 4 kByte a který je, jak jsem se již zmínil, právě z tohoto důvodu tvořen čtyřmi čítači MH74193. Nový obsah MAR je zobrazen v adresní části displeje čelního panelu VSS808. Umíme tedy napsat program a známe příslušné signály a jejich poslání.

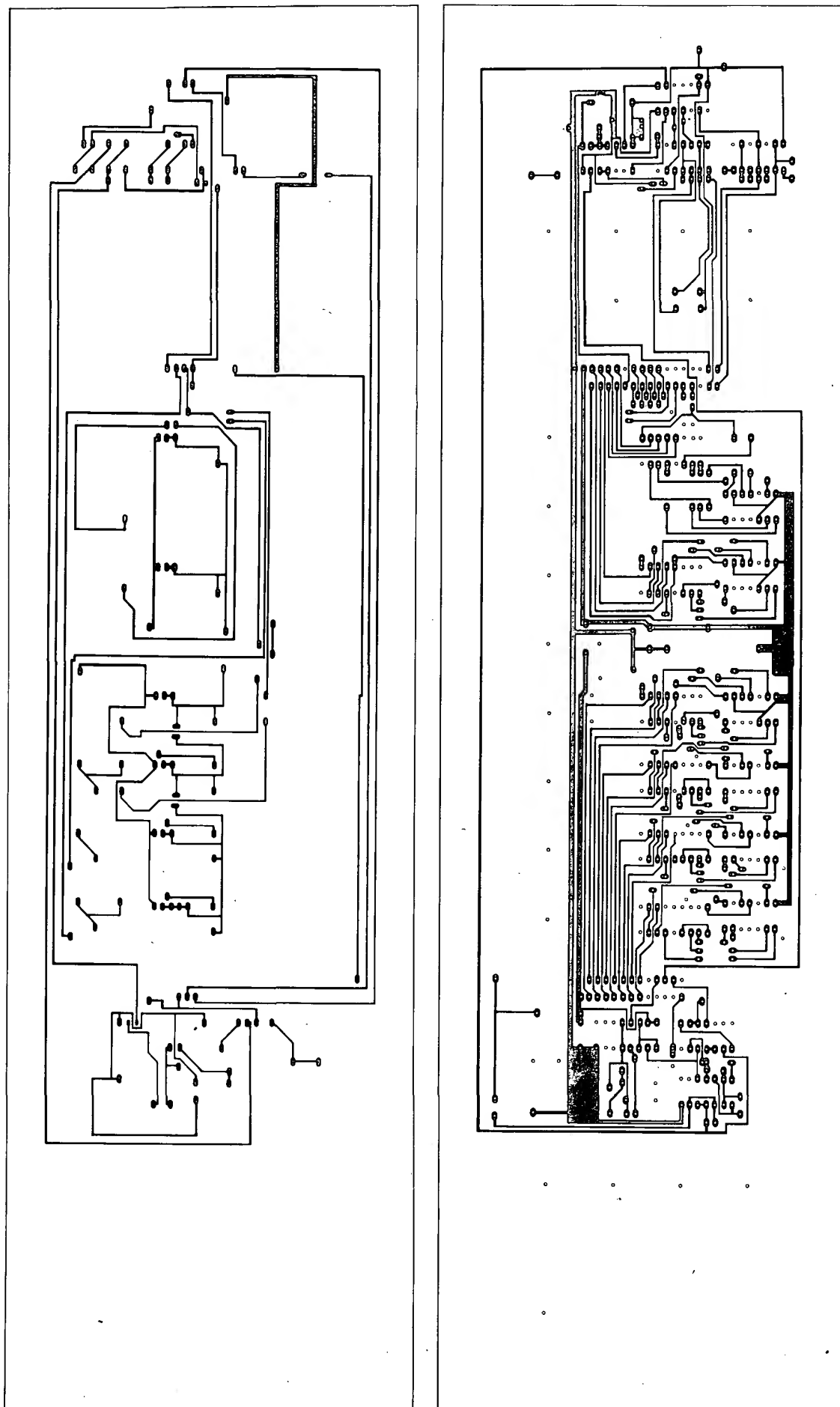
2) Čtení dat z paměti

Ovládací tlačítka na čelním panelu musí být ve stejné poloze jako při zápisu. Stiskneme tlačítko READ. Klopný obvod RS tvarově upravující výstupní signál z tlačítka generuje signál MR (log. 0). Dále jsou generovány signály: DMA (log. 0), signál W/R (log. 1) a ME (log. 0), vstup DC

budičů konzole bude log. 1. Proto obsah zvolené adresy (dle obsahu MAR) bude signálem MR a nejbližší náběžnou hranou signálu SYNC do log. 1 a signálem CRC (Console Register Clock) (log. 0) převeden do pracovního registru konzole a současně zobrazen na čelním panelu VSS808 na displeji DATA. Chceme-li číst z další adresy, stiskneme tlačítko MADV a opět tlačítko READ. Nyní jsme schopni kromě zápisu do paměti také její obsah zkontrolovat!

3) Provedení instrukce z čelního panelu

Logika čelního panelu je navržena také s ohledem na možnost dílčího provádění



Obr. 36. Obrazce plošných spojů desky čelního panelu VSS808 (Q103); skutečný rozměr je 410 × 120 mm

programu. Stiskneme tlačítko RUN, tím je blokována funkce „reset“ signálu ADH na klopný obvod RS STEP TIME. Nakonec stiskneme tlačítko STEP, mikropočítač opustí stav WAIT a vykonává program; konsole neovládá mikroprocesor signálem RDY.

6) Zastavení běhu programu

A – provádění programu zastavíme tím, že vymáčkne tlačítko RUN, je indikován stav WAIT, překlopením klopného obvodu RUN/STOP první přichází ADH (log. 0) vynuluje klopný obvod STEP TIME a signál RDY přejde do log. 0.

B – programem, tím že použijeme instrukci HALT. Dekóduje-li mikroprocesor instrukci HLT, přejde mikroprocesor do stavu T3S-STOP (nezaměňovat s funkcí RUN/STOP klopného obvodu!).

7) Tlačítko INT na čelním panelu

Jak jsem již uvedl dříve, je k tomu, aby mikroprocesor opustil stav T3S-STOP, nutné uvést vstup INT (vývod 18 mikroprocesoru) do log. 1. Stiskneme-li tlačítko INT na čelním panelu, je generován signál IR (log. 0) (sekvence byla popsána u desky CPU), proběhne sekvence přerušení stisknutím STEP, je čtena instrukce přerušení RST 0 a VSS808 přejde do stavu WAIT na adrese 0000H a v cyklu PCI.

Deska 4 kByte RAM (obr. 38, 39, 40)

Tato deska jako jediná z celého VSS808 obsahuje součástky z dovozu z KS. Jsou jimi paměťové obvody 2114. Jedná se o paměťové obvody s organizací $1 \text{ k} \times 4$ (obr. 41). Osm kusů těchto obvodů na desce tvoří paměť 4 kByte. Vzhledem k plánovanému malému rozsahu VSS808 jsou třístavové výstupy paměťových obvodů 2114 vyvedeny na datovou sběrnici. Ovládání spolupráce se sběrnicí je dáno vstupy CS a WE. Vstup WE je připojen na sběrnici signál W/R (vývod 14) přes oddělovací hradla. Pomocí vstupu CS jsou vybírány jednotlivé IO (1 kByte) adresovým dekódérem MH74154. Dekodér je synchronizován signálem ME (vývod 13 sběrnice). Kromě paměťových obvodů a dekódéru obsahuje paměťová deska 4 kByte RAM také adresový registr MAR, tvořený čtyřmi čítači MH74193. Tento registr je ovládán již popsanými signály ADL, ADH a MADV a jeho výstupy TTL přímo tvoří adresovou část sběrnice systému VSS808.

Deska vstupů a výstupů (obr. 42, 43)

Deska vstupů a výstupů je řešena pro připojení snímače a děrovače děrné pásky a ovládání elektrického psacího stroje Consul 256. Byla realizována na univerzální spojové desce.

Spolupráce se snímačem děrné pásky

Interface snímače je běžný typ paralelního interface s „handshake“. Je označen jako SP1 Facit, je znám ale také pod označením BSI (British Standard Interface) a je jím vybaven kupř. čs. minipočítač JPR 12 (obr. 44). Aby snímač byl schopen předat jeden byte, je nutné, aby úroveň řídicího signálu interface ACI byla log. 1; toho u VSS808 dosáhneme provedením instrukce OUT2 (55H). Dekodér adresy vstup/výstup generuje signál OUT2 (log. 0), který překlopí klopný obvod RS ACI tak, že signál ACI nabude úroveň log. 1. Snímač se rozjede a začne snímat znak, generuje signál SCI (log. 1), kterým prohlašuje, že data výstupu interface sni-

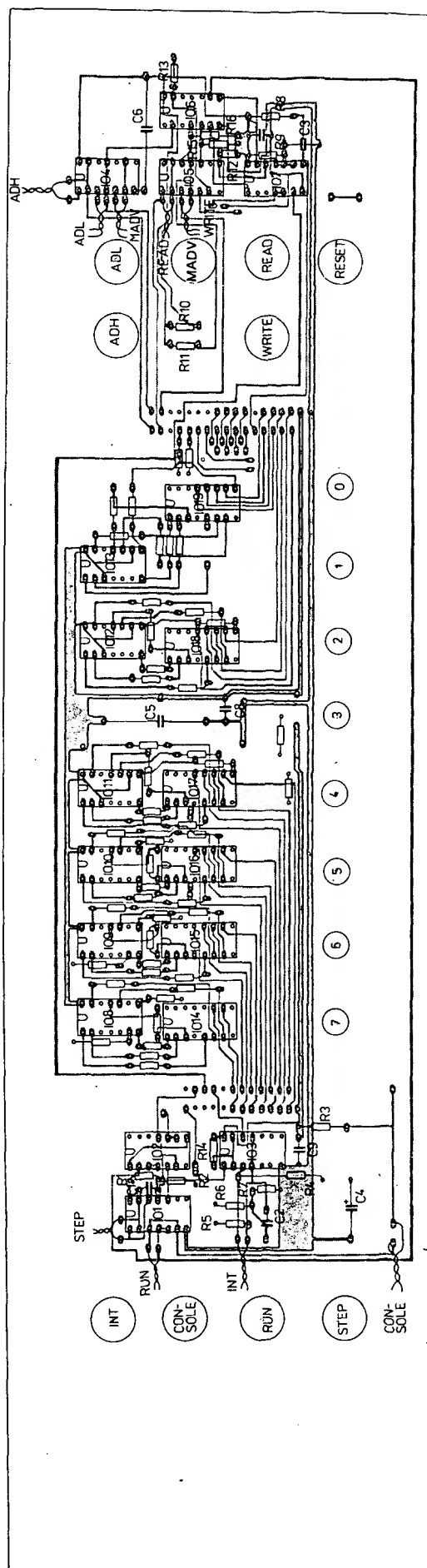
mače jsou platná. K tomu, abychom taková data převedli do registru A mikroprocesoru U808D, je třeba provést instrukci INPO (41H). Dekodér IO6 generuje signál označený jako INPO. INPO otevírá vstupní port, tvořený IO1 a IO2 (MH3216) na datovou sběrnici v závislosti na řídicím signálu mikroprocesoru I/O. Vzhledem k tomu, že snímač je pomalá periferie a stane se, že by se přečtení nesmysl, zastaví se mikroprocesor na dobu, než snímač dodá data – počítač čeká na periférii, hlídání je hardwareové. Signál INPO (log. 0) a ACI (log. 1) překlopí klopný obvod JK UCY7473 IO4 tak, že výstup (vývod 9) nabude úroveň log. 1; tím signál RDY (vývod 36 sběrnice) nabude hodnoty log. 0 na konci T2. Mikroprocesor nabude stavu T3W-WAIT až do doby, kdy snímač dodá data signálem SCI úroveň log. 1. Tím se překlopí zpět zmíněný klopný obvod JK a signál RDY nabude úroveň log. 1. Mikroprocesor přejde do T3 a převede data do registru A. Nyní je třeba snímači potvrdit příjem dat. Provedeme instrukci OUT3 (57H). Signál OUT3 překlopí zpět do výchozí polohy klopný obvod ACI tak, že ACI bude log. 0. Log. 0 signálu ACI je pro snímač znamením o převzetí dat; ukončí sekvenci přechodem SCI do log. 0 a tím je cyklus čtení jednoho znaku ukončen (obr. 45). Programová sekvence tedy vypadá takto:

55	OUT2	set ACI;
41	INPO	čtení dat s WAIT;
57	OUT3	reset ACI.

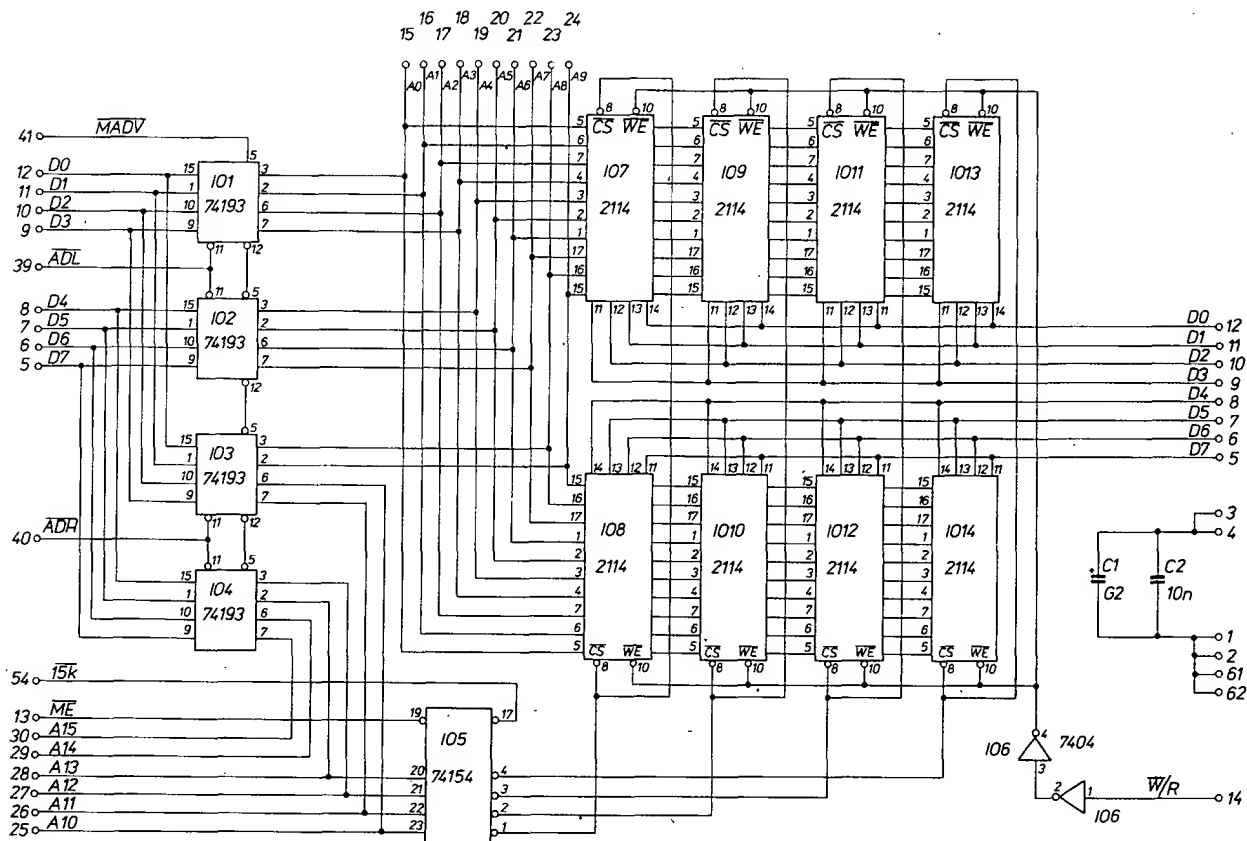
Spolupráce s děrovačem děrné pásky

Interface děrovače děrné pásky je shodný s interfacem u snímače, jen směru toku dat je opačný. U výstupního portu pro děrovač děrné pásky je využito vlastnosti U808D, že výstup je propojen přes adresovou část sběrnice (v T1 obsah registru A a v T2 adresa portu). Výstupní port je tvořen pouze hradly UCY7486 IO7 a IO8 pro oddělení periférie od adresové části sběrnice. Je generován také paritní bit generátorem parity UCY74180 IO9. Při spolupráci s děrovačem děrné pásky, stejně jako u portu pro snímač pásky, se pracuje přes T3W – WAIT mikroprocesoru U808D. Popíšeme, jak port pracuje. Instrukce OUT0 (51H) je dekodována v T2 IO6 dekódérem adresy portu jako signál OUT0 log. 0 (vývod 11 IO6). OUT0 log. 0 je veden na hodinový vstup JK klopného obvodu SCO. Je-li na vstupu 14 IO4 MH7473 log. 1, děrovač signalizuje ACO (log. 1) a je připraven k převzetí dat, se klopný obvod JK SCO překlopí a generuje signál SCO (log. 1). SCO (log. 1) určuje pro interface, že data na výstupech IO7 a IO8 jsou platná. Výstup IO4 (vývod 13) jde do log. 0 a port změní úroveň RDY (vývod 36 sběrnice) na log. 0 – protože je tomu ke konci T2, přejde U808D do stavu T3W – WAIT. V tomto stavu setrvává až do chvíle, kdy děrovač potvrdí příjem dat (již je vyděroval) tím, že změní úroveň signálu ACO na log. 0. Je vynulován klopný obvod JK IO4 SCO, signál SCO přejde do log. 0 a signál RDY bude opět log. 1. Mikroprocesor opustí stav T3W – WAIT a provede T3 atd. Tím je sekvence děrování jednoho znaku uzavřena (obr. 46).

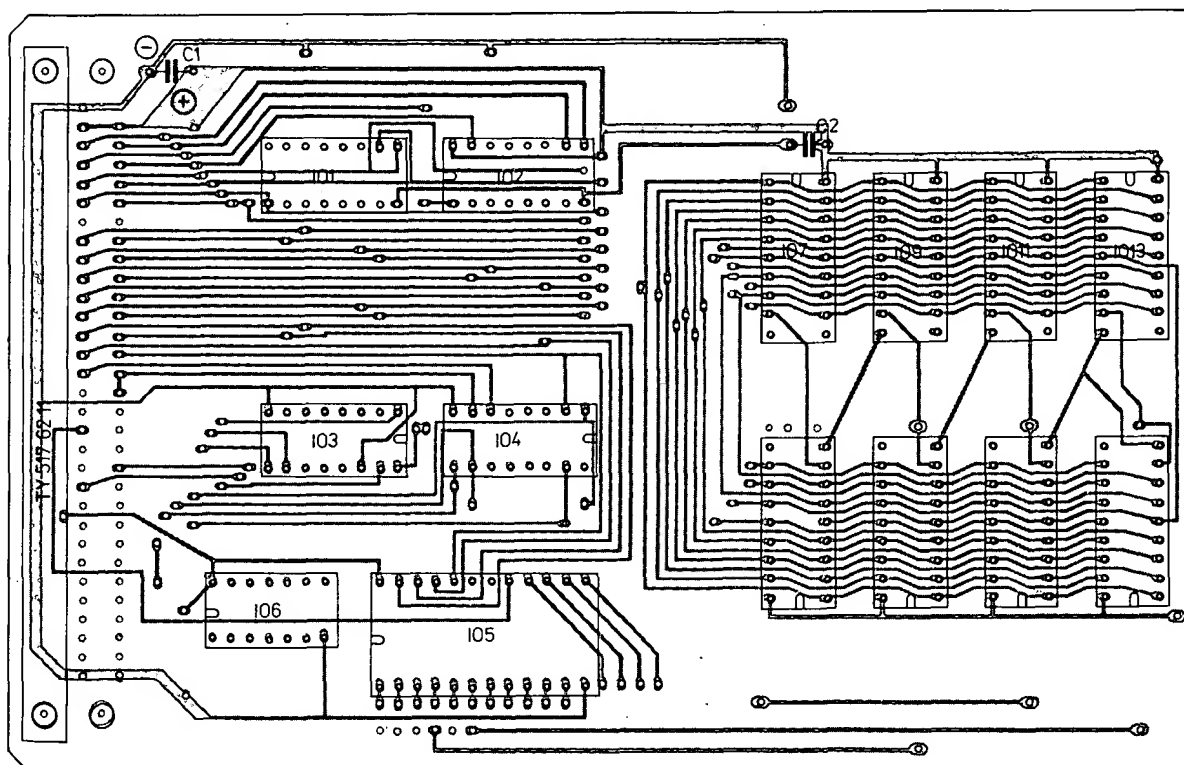
Druhým výstupním portem je výstup adresovaný instrukcí OUT1 (53H). Tento port je tvořen jedním integrovaným obvodem IO13 MH3212, zapojeným jako latch. Jeho obsah se na rozdíl od OUT0 do dalšího přepsání instrukcí OUT1 s novým obsahem registru A nemění.



Obr. 37. Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji Q103 čelního panelu VSS808 (410 x 120 mm)



Obr. 38. Schéma zapojení desky paměti 4 Kbyte RAM



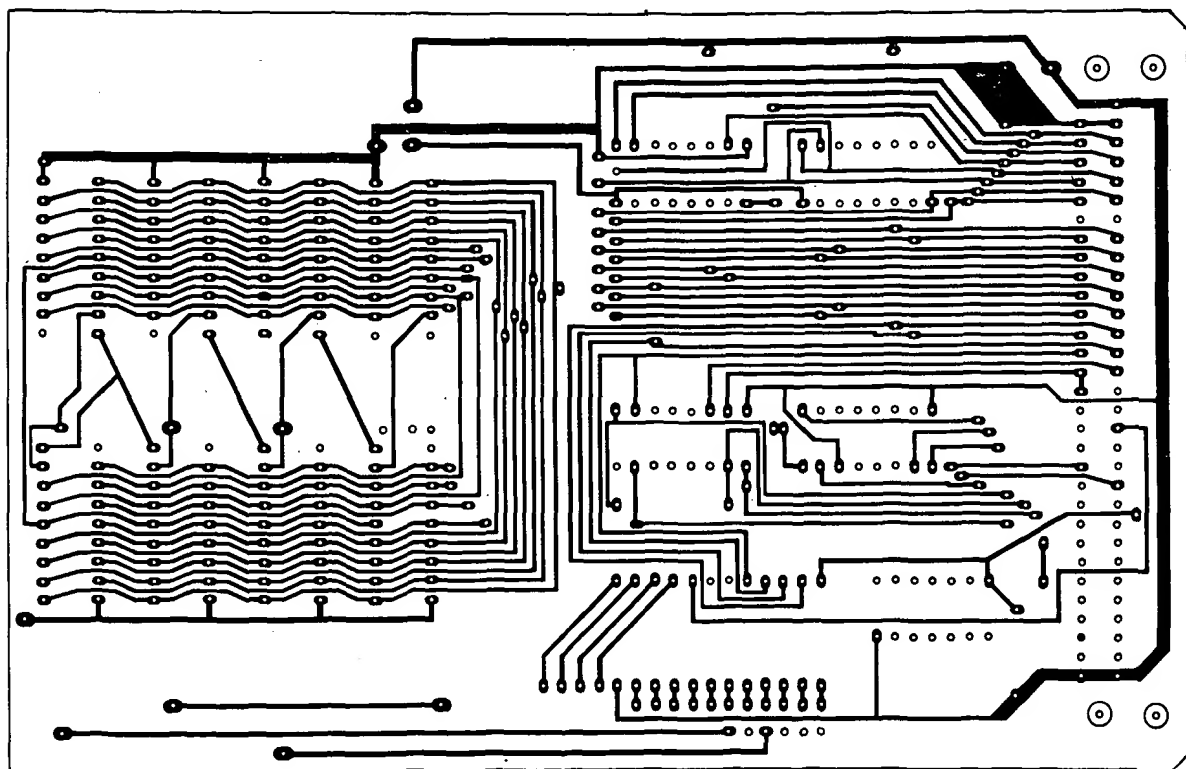
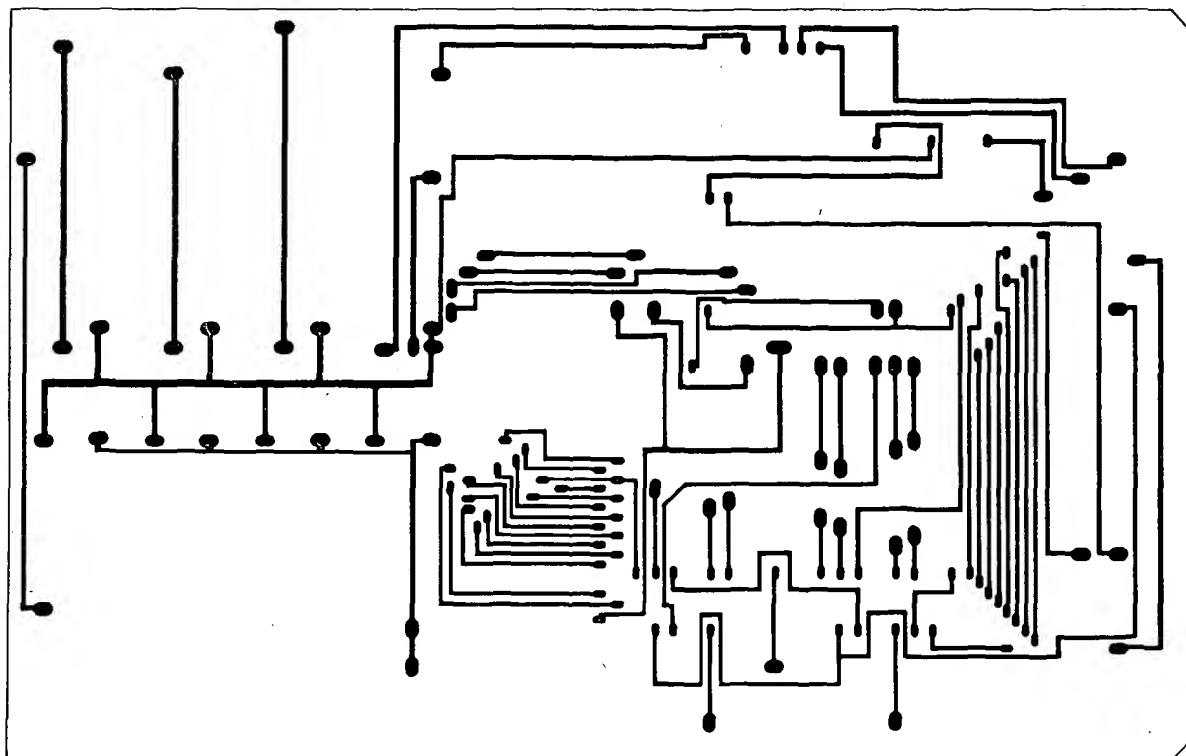
Obr. 39. Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji Q104 paměti 4 Kbyte RAM

Druhým vstupním portem je vstup adresovaný instrukcí INPI (43H). Tento port je tvořen dvěma IO MH3216, IO18 a IO19. Tento jednoduchý port přenese okamžitou hodnotu dat na vstupech SDIO – SD17 do registru A mikroprocesoru provedením instrukce INPI.

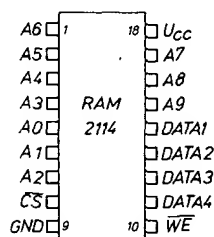
Třetí osmibitový port, adresovaný in-

strukcí INP2 (45H), je tvořen obvodem IO14 MH3212. Periferie přesouvá data pomocí signálu STB (log. 0). Výstup INT IO14 je pak ošetřován „statusovým“ čtyřbitovým portem IO15 MH3216, adresovaným instrukcí INP3 (47H). Jako vstupy statusového portu slouží signály SCI (snímač) a ACO (děrovač).

Jistá nesourodost řešení vstupních a výstupních portů byla ovlivněna jednak dostupností obvodů MH3212 během realizace, jednak ale ověřováním vlastností použitých řešení. V každém případě schéma desky vstupů a výstupů by mělo především sloužit jako inspirace a předloha ověřených řešení pro různé aplikace.



Obr. 40. Obrazce plošných spojů desky paměti VSS808 (Q104)



Obr. 41. Zapojení RAM 2114

Zdroj

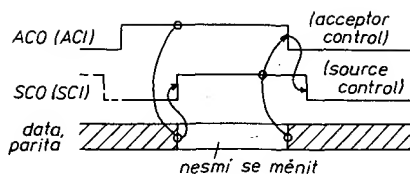
Pro mikropočítačový systém VSS808 byl použit spínací zdroj 5 V/5 A podle AR 7177, doplněný stabilizovaným zdrojem -9 V s jedním tranzistorem a jednou Zenerovou diodou (obr. 51).

Mechanická konstrukce

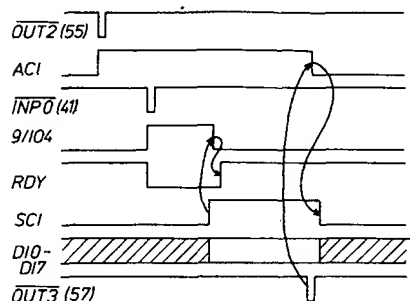
VSS808 byl umístěn do stavebnicové skříně Almes, kterou vyrábí TESLA Bratislava. Ve skříně o rozměrech (v × š × h) 132 × 435 × 295 mm je umístěn zdroj

a upevněno šest konektorů TX5186211 (TESLA Jihlava) pro připojení jednotlivých desek mikropočítače. Jednotlivé špičky konektorového pole jsou propojeny ovijemím. Napájecí napětí +5 V a 0 V jsou rozvedena oboustranně plátovaným kuprextitem. Na rozvodu +5 V jsou připájeny zdíčky pro připojení logické sondy TESLA BM544 a další zdíčka pro zemnění osciloskopu je připájena také na rozvodu 0 V.

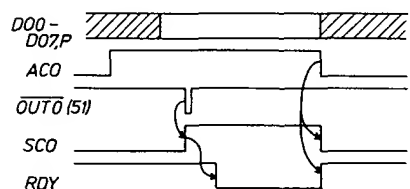
Deska čelního panelu je kryta ochranným štítem z hliníkového plechu tl. 1,5 mm ohnutým tak, aby samosvorně



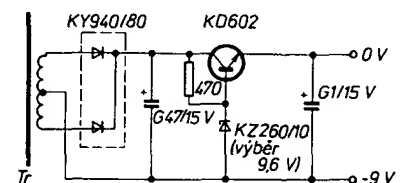
Obr. 44. Interface snímače a děrovače děrné pásky



Obr. 45. Naměřený diagram spolupráce VSS808 se snímačem děrné pásky



Obr. 46. Naměřený diagram spolupráce s děrovačem děrné pásky



Obr. 47. Schéma zapojení zdroje -9 V

držel v zářezech nosníků stavebnice Almes (pro snadnou demontáž a přístup ke sběrnici).

VSS808 je napojen na periferie konektorem TY5176211, umístěným na desce vstupů a výstupů. Jednotlivé periferie jsou pak připojeny „upraveným“ konektorem RFB, který byl příslušně rozřezán a zabroušen tak, aby konektory jednotlivých periférií bylo možné nezávisle na sobě odnímat.

Krátké programy na začátek

K této části popisu VSS808 bych rád uvedl několik krátkých programů, odladěných na VSS808, o kterých si myslím, že pro začátek jsou důležité. První bude schopen vymazat celou paměť RAM a po provedeném výmazu se sám zastaví a mikropočítač přejde do stavu STOP. Druhý program umožňuje vyděrovat na děrovači děrné pásky obsah celé paměti RAM od adresy 0000H. Třetí program slouží k převodu takto uchovaného obsahu paměti zpět do mikropočítače. Čtvrtý program je především pro ty, kteří rádi provozují s počítači různé hry. Tento program s minimálním doplňkovým hardware umožní provozovat VSS808 jako primitivní varhany.

1) Program na vymazání obsahu paměti

0000 360D LLI 0DH

Tab. 11. Instrukční soubor U808D

LAA	C0	LDL	DE	LMD	F3	ACM	8F	XRE	AC	JTZ	68
LAB	C1	LDM	DF	LME	PC	ACI	0C	XRH	AD	JTS	70
LAC	C2	LDI	1E	LMH	F0	SUA	90	XRL	AE	JTP	78
LAD	C3	LEA	E0	LML	FE	SUB	91	XRH	AF	CAL	46
LAE	C4	LEB	E1	LMI	3E	SUC	92	XRT	2C	CFC	42
LAH	C5	LEC	E2	INB	08	SUD	93	ORA	B0	CFZ	4A
LAI	C6	LED	E3	INC	10	SUE	94	ORB	B1	CFS	52
LAM	C7	LEE	E4	IND	18	SUH	95	ORC	B2	CFP	5A
LAI	06	LEH	E5	INE	20	SUL	96	ORD	B3	CTC	62
LBA	C8	LEL	E6	INH	28	SUM	97	ORE	B4	CTZ	6A
LBB	C9	LEM	E7	INL	30	SUI	14	ORH	35	CTS	72
LBC	CA	LEI	26	DCB	09	SBA	98	ORL	36	CTP	7A
LBD	CB	LHA	E8	DCC	11	SBB	99	ORM	B7	RET	07
LBE	CC	LHB	E9	DCD	19	SBC	9A	ORI	34	RFC	03
LBH	CD	LHC	EA	OCE	21	SBD	9B	CPA	B8	RFZ	0B
LBL	CE	LHD	EB	DCH	29	SBE	9C	CPB	B9	SFS	13
LBM	CF	LHE	EC	DCL	31	SBH	9D	CPC	BA	RFP	1B
LBI	0E	LHH	ED	ADA	80	SBL	9E	CPD	BB	RTC	23
LCA	D0	LHL	EE	ADB	81	SBM	9F	CPE	BC	RTZ	2B
LCB	D1	LHM	EF	ADC	82	SBI	1C	CPH	BD	RTS	33
LCC	D2	LHI	2E	ADD	83	NDA	A0	CPL	BE	RTP	3B
LCD	D3	LLA	F0	ADE	84	NDB	A1	CPM	BF	RST ₀	05
LCE	D4	LLB	F1	ADH	85	NDC	A2	CPI	3C	RST ₁	0D
LCH	D5	LLC	F2	ADL	86	NDD	A3	RLC	02	RST ₂	15
LCL	D6	LLD	F3	ADM	87	NDE	A4	RRC	0A	RST ₃	10
LCM	D7	LLE	F4	ADI	04	NDH	A5	RAL	12	RST ₄	25
LCI	16	LLH	F5	ACA	88	NDL	A6	RAR	1A	RST ₅	2D
LDA	D8	LLL	F6	ACB	89	NDM	A7	JMP	44	RST ₆	35
LDB	D9	LLM	F7	ACC	8A	NDI	24	JFC	40	RST ₇	3D
LDC	DA	LLI	36	ACD	8B	XRA	A8	JFZ	48		
LDD	DB	LMA	F8	ACE	8C	XRB	A9	JFS	50		
LDE	DC	LMB	F9	ACH	8D	XRC	AA	JFP	58		
LDH	DD	LMC	FA	ACL	8E	XRD	AB	JTC	60		

IN 41, 43, 45, 47, 49, 4B, 4D, 4F,

OUT 51, 53, 55, 57, 59, 5B, 5D, 5F, 61, 63, 65, 67, 69, 6B, 6D, 6F, 71, 73, 75, 77, 79, 7B, 7D, 7F

HLT 00, 01, FF

0002 A8 XRA : A = 0

0003 E8 LHA

0004 F8 LMA

0005 30 INL

0006 480400 JFZ 0004H

0009 28 INH

000A 440400 JMP 0004H

počáteční adresa programu 0000H

2) Program na vyděrování obsahu paměti mikropočítače je uložen ve druhém Kbyte paměti. Vyděruje nejprve 256 prázdných znaků pak jako návěští znak FFH, po kterém následuje obsah adresy 0000H.

03C8 A8 XRA : A = 0

03C9 C8 LBA : B = 0

03CA 51 OUTO : VÝSTUP

PRÁZDNÝ ZNAK

03CB 08 INB : B = B + 1

03CC 48CA03 JFZ 03CAH : B ROVNO NULE?

03CF 06FF LAI FFH : A = FFH

03D1 51 OUTO : VÝSTUP NÁVĚSTÍ

03D2 3600 LLI 00H : L = 0

03D4 EE LHL : H = 0

03D5 C7 LAM : A = OBSAH

ADRESY

03D6 51 OUTO : VÝSTUP

03D7 30 INJL : L = L + 1

03D8 48D503 JFZ 03D5H

03DB 28 INH

03DC 44D503 JMP 03D5H

03DF

Počáteční adresa: 03C8H

3) Program, který nahraje obsah děrné pásky podle návěští FFH musí být na děrné pásce obsahu paměti obsažen! Při načítání se totiž sám sebou přehrává. Je umístěn také ve druhém Kbyte paměti.

Relokace obou uvedených programů pro uchování obsahu je snadná, spočívá pouze v přepsání skokových instrukcí.

03E3 46FA03 STRT: CAL IN : NAČTI ZNAK

03E6 3CFF CPI FFH : A = FFH?

03E8 48E303 JFZ STRT

03EB 3600 LLI 00H: L = 0

03EDEE LHL : H = 0

03EE 46FA03 L: CAL IN

03F1 F8 LMA : ZÁPIS ZNAK

DO PAMĚTI

03F2 30 INL

03F3 48EE03 JFZ L

03F6 28 INH

03F7 44EE03 JMP L

03FA 57 IN: OUT3 : RESET ACI

03FB 55 OUT2 : SET ACI

03FC 41 INP0 : CTI ZNAK

ZE SNIMACE

03FD CO NOP

03FE CO NOP

03FF OF RET : KONEC POD-

PROGRAMU! IN

Počáteční adresa: 03E3H

Jako možné využití obou výše popsaných

programů je kopírování děrné pásky

0000 45FA03 CAL 03FAH: VSTUP

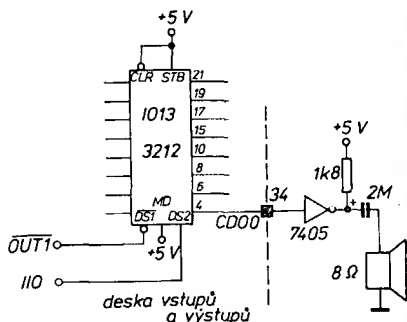
0003 51 OUTO : VÝSTUP

0004 05 RST : SKOK NA 0000H

Tab. 12. Vnitřní propojení konsole – malý konektor

Jméno signálu	Sběrnice VSS 808	Malý konektor – konsole
A0	15	7
A1	16	8
A2	17	9
A3	18	10
A4	19	11
A5	20	12
A6	21	13
A7	22	14
A8	23	15
A9	24	16
A10	25	17
A11	26	18
A12	27	19
A13	28	20
SYNC	34	23
RDY	36	24
DMA	37	25
ADL	39	26
ADH	40	27
MADV	41	28
TR	59	29

4) Jednoduché „varhany“ môžeme pomoci jedného kondenzátora a jedného reproduktora vytvoriť z VSS808. Jako „klaviaturu“ použijeme osem tlačítek, ktorými budeme pripojovať vstupy INPO na zem. Signály SCI a ACI ignorujeme. Zapojení reproduktora je na obr. 52.



Obr. 48. Zapojení pro imitaci varhan pomocí VSS808

0000 41	STRT: INPO	: VSTUP
		Z KLAVIATURY
0001 EO	LEA	
0002 DC	LDE	
0003 D4	L1: LCE	
0004 O8	INB	
0005 C1	LAB	
0006 53	OUT1	: VÝSTUP
		PORT 1
0007 10	L2: INC	
0008 480700	JFZ L2	
000B 19	DCD	
000C 480300	JFZ L1	
000F 05	RST	: SKOK
		NA 0000H

Seznam použitých integrovaných obvodů

Deska CPU	
IO1, 2, 3, 4, 6	MH3216
IO5	U808D
IO7, 8	UCY74123
IO9	MH7405
IO10	MH74188 – 10 prog.
IO12	UCY7408
IO11	UCY7473
IO13	MH7438

Deska 4 Kbyte RAM	
IO1, 2, 3, 4	MH74193
IO5	MH74154
IO6	MH7404
IO7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	2114

Deska konsole	
IO1, 4	MH3216
IO2, 3, 5, 6	MH7474
IO8, 9	MH7442
IO11	MH7403
IO12	MH7420

Deska vstupů/výstupů	
IO1, 2, 15	MH3216
IO3, 19	MH7420
IO4	UCY7473
IO5	MH7404
IO6	MH3205
IO7, 8	UCY7486
IO9	UCY74180
IO10	MH7405
IO13, 14	MH3212

Deska čelního panelu	
IO1, IO4	MH7404
IO3	MH7400
IO2, IO5	MH7405
IO6	MH7420
IO7	MH7403
IO8, 9, 10, 11, 12, 13	LO410
IO14, 15, 16, 17, 18, 19	MH74188 . 11 prog.

ČO S ELEKTRONICKÝMI HODINAMI?

Zoltán Kubányi, OK3CWM

Na stránkách Amatérského radia i Rádiového konstruktéra boli už mnohokrát uverejnené rôzne zapojenia elektronických hodín, kalibrátorov a časových základní na báze integrovaných obvodov. Všetky tieto jednoduche elektronické zariadenia sú si funkčne veľmi príbuzné, čo pri stavbe jedného priamo nabáda využiť drahé integrované obvody na prístroj, ktorý by spĺňal viacej účelov, naviac sa stal výborným pomocníkom pri odhaľovaní závad a pri meraniach vo vf i nf technike.

Predkladám vám zapojenie na obr. 1, ktoré už tri roky úspešne používam ako elektronické hodiny, vf i nf signální generátor pevných kmitočtov a kalibrátor, ktorý sa stal už skoro nepostradatelným hlavne pri práci na amatérskych pásmach, pri práci cez meteor scatter, kde je často potrebné kontrolovať presné nastavenie kmitočtu prijímača apod.

Základ zariadenia, oscilátor a deliace obvody kmitočtu, už nebudem popisovať, boli mnohokrát uverejnené na stránkach odborných časopisov v rôznych verziach.

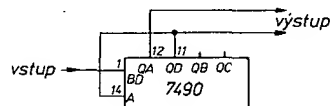
Z deličiek sú vyvedené jednotlivé deličie produkty delenia základného kmitočtu oscilátoru, čím získame kmitočty: 100 kHz (alebo 1 MHz, podľa kryštalu oscilátoru), ďalej 50 kHz, 10 kHz, 5 kHz, 1 kHz, 500 Hz, 100 Hz, 50 Hz, 10 Hz, 5 Hz a 1 Hz, podľa zapojenia deličky na obr. 2, alebo kmitočty 100 kHz, 20 kHz, 10 kHz, 1 kHz, 200 Hz, 100 Hz, 20 Hz, 10 Hz, 2 kHz a 1 Hz podľa zapojenia na obr. 3. Jednotlivé kmitočty vedieme na prepínač voľby frekvencie Pr1, ktorým pripojíme zvolený kmitočet do sledovača signálov (aby sa nezaťažovali výstupy deličky) tvoreného tranzistorom T1, cez ktorý odoberáme na výstupe nízko-frekvenčný obdialnikový signál vhodný na „prepískavanie“ nf zosiľovačov a zariadení.

Pre použitie vo vf technike upravujeme signály odoberané z prepínača Pr1 v tvarovači signálov, tvoreným štvoricou hradíel MH7400, kde upravíme signál z obdialnikového priebehu na radu veľmi krátkych impulzov s obsahom širokého spektra harmonických kmitočtov. Signál je vhodný na kalibrovanie prijímačov rádove do 500 MHz i vyššie v televíznej technike apod. Pre kalibráciu prijímačov bez BFO je zavedený modulujúci (klúčujúci) kmitočet z deličky cez vypínač modulácie Pr2 do posledného hradla tvarovača, ktorým

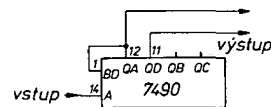
modulujeme (klúčujeme) zvolený kmitočet. Modulácia sa samozrejme uplatňuje iba u kmitočtov vyšších ako 10 kHz. Kalibrátor je ešte doplnený klúčovacím zariadením, tvoreným tranzistorom T2, ktorý klúčuje napájacie napätie tvarovača signálov v rytme 5 Hz (alebo 2 Hz) znovu z deličky a tým umožňuje veľmi pohodlnú identifikáciu kalibračného kmitočtu na prijímači, hlavne medzi spleťou rôznych záznejov prichádzajúcich z antény. Namiesto IO 7400 možno s výhodou použiť v tvarovači IO 74121. U tohoto IO je možné meniť aj šírku tvarovaných impulzov. Zapojenie tvarovača bolo uverejnené v AR B3/73, str. 95. Predlžovanie signálov s hradlom MH7400 by bolo tiež prevediteľné pripojením kondenzátorov paralelne k jednotlivým hradlám. Zapojenie by bolo však zložitejšie a ťažkopádnejšie.

Za zmienku snáď ešte stojí prepínací systém ovládania hradla hodín. Zapojenie je zvlášť vhodné pri použití tlačítek „Iso-stat“, kde použijeme voľné kontakty z tlačítka „start“, a „stop“ na privedenie zvoleného signálu na digitálnu časť hodín za účelom rýchleho prednastavenia. Tlačítko „start“ a „stop“ musíme stlačiť súčasne.

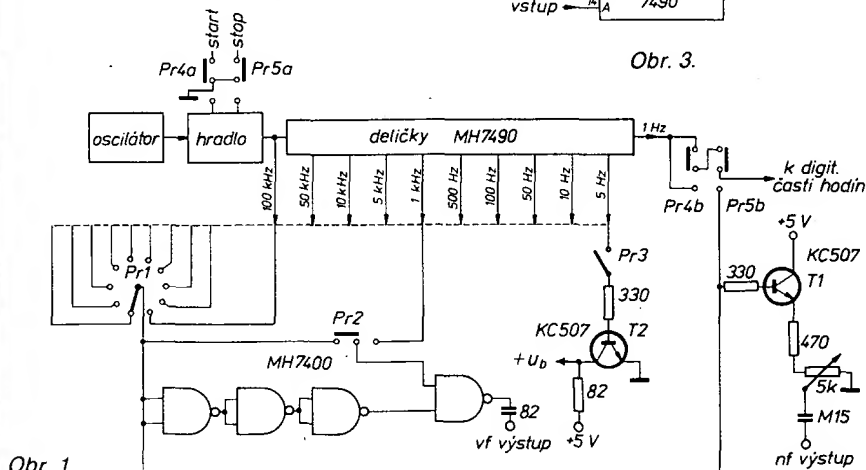
Akákolvek manipulácia v oblasti voľby kmitočtu, tvarovania a klúčovania nenaarušuje presný chod hodín.



Obr. 2.



Obr. 3.



Obr. 1.

Číslicový měřicí přístroj

Jaroslav Novotný

Tento kombinovaný měřicí přístroj vznikl ve snaze co nejvíce využít vlastní číslicovou část, která je z celého přístroje nejnákladnější. Popisovaný přístroj umožňuje všechna běžná měření, která se v amatérské praxi vykytují.

Technická data

Měření napětí: stejnosměrná 0,1 V až 400 V – v pěti rozsazích, střídavá 0,1 V až 260 V – v pěti rozsazích, vstupní odpor 10 M Ω , kmitočtový rozsah 20 Hz až 7 kHz,
Měření proudu: stejnosměrný i střídavý 0,1 mA až 1000 mA – v pěti rozsazích.
Měření odporu: 100 Ω až 1 M Ω – v pěti rozsazích.
Měření kapacit: dva rozsahy – do 100 nF, do 10 μ F.
Měření kmitočtu: v pěti rozsazích do 20 MHz.
Samočinné přepínání polarity měřeného napětí.
Zabudovaný zdroj kalibračního napětí 100 mV ke kontrole přístroje.
Vývedeny kmitočtové normály 10 Hz až 10 MHz pro další použití.
Indikace polarity měřeného napětí a přeplněného displeje.
Napájení: 220 V.
Příkon: 14 W.
Rozměry: 202 \times 82 \times 178.
Hmotnost: 2,35 kg.

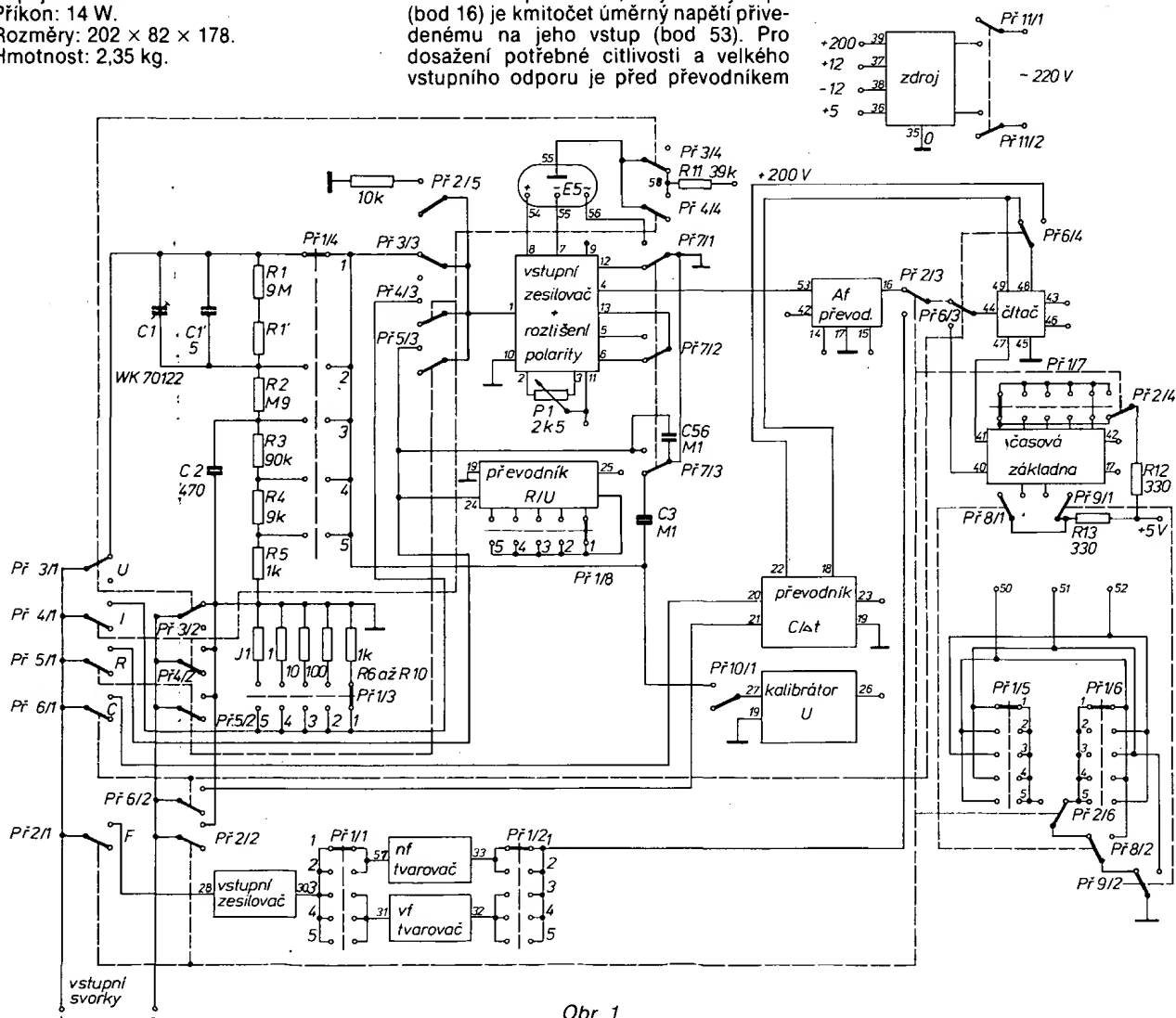
Popis zapojení

Blokové schéma přístroje je na obr. 1. Základem celého přístroje je časová základna, vytvářející přesný kmitočet 10 MHz, jehož dělením získáváme potřebné nižší kmitočty, které slouží k řízení příp. ovládání dalších obvodů. Z výstupu časové základny (bod 41) je řídicí kmitočet veden do čítače. Úkolem čítače je v přesně určeném časovém úseku (např. 1 s) čítat impulsy přicházející na jeho vstup (bod 44) a jejich součet zobrazit na čtyřmístném displeji. Z toho tedy vyplývá, že všechny měřené veličiny musí být nejdříve převedeny na kmitočet, který je potom čítačem změřen. Výjimku tvoří měření kapacit, kde je měřená kapacita převedena na časový interval, který je nepřímo (pomocí známého kmitočtu) změřen a jeho velikost je úměrná měřené kapacitě.

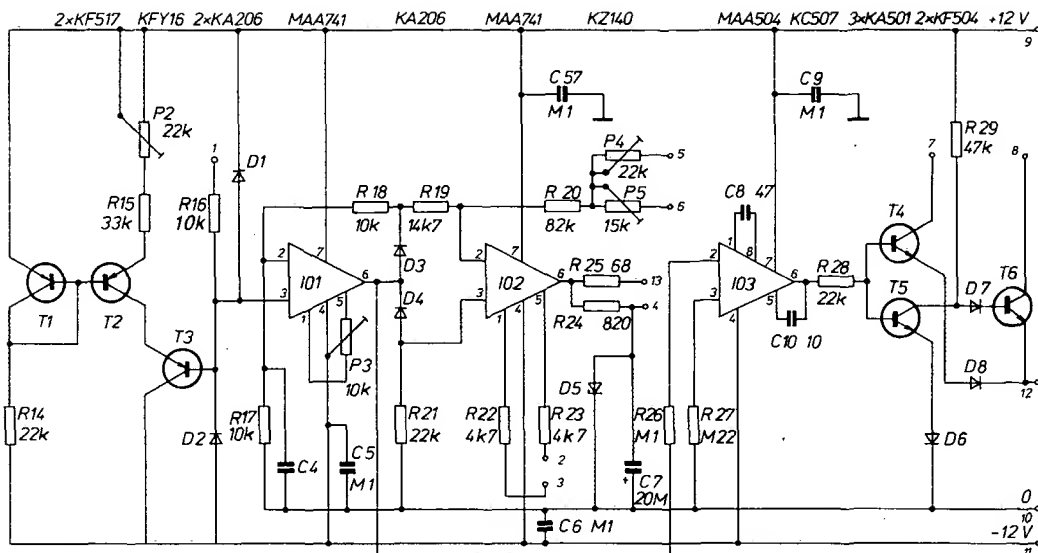
K převodu analogových veličin na kmitočet slouží převodník, na jehož výstupu (bod 16) je kmitočet úměrný napětí přivedenému na jeho vstup (bod 53). Pro dosažení potřebné citlivosti a velkého vstupního odporu je před převodníkem

zařazen vstupní zesilovač s obvodem pro rozlišení polarity měřeného napětí. Pro měření odporů je určen převodník R/U, který převádí měřený odpor na odpovídající napětí. Měření proudu je vlastně měření napětí vzniklého průchodem měřeného proudu známým odporem (odpory R6 až R10). Pro měření kmitočtu je přístroj vybaven dvěma tvarovači, které upravují měřený kmitočet do tvaru vhodného pro další zpracování v číslicových obvodech. Nf tvarovač pracuje v rozsazích 10 kHz, 100 kHz, vf tvarovač v rozsazích 1 MHz, 10 MHz, 100 MHz (20 MHz). Vstupní signál je nejdříve zesílen ve vstupním zesilovači. Vytvářený kmitočet je pak dále veden do čítače, který jej po předem určenou dobu (tj. 1 s až 0,1 ms) čítá a výsledek pak zobrazí na displeji. Určitou výjimku tvoří obvod pro měření kapacity. Tento obvod je vlastně převodníkem na časový interval. Na výstupu převodníku C/ Δ t (bod 22) jsou impulsy s proměnnou šířkou, jimiž je ovládáno vstupní hradlo čítače. Při tomto měření je na vstup čítače přiváděn signál známého kmitočtu z časové základny (bod 40) a to buď 10 MHz při měření do 100 nF nebo 100 kHz při rozsahu do 10 μ F. Po dobu trvání impulsu na výstupu převodníku (bod 22) čítač čítá impulsy z časové základny, takže po skončení řídicího impulsu je údaj displeje přímo úměrný délce řídicího impulsu a tím i měřené kapacitě.

Další částí je zdroj kalibračního napětí, sloužící ke kontrole přístroje. Po stisknutí tlačítka „Test“ je toto napětí přivedeno na vstupní zesilovač (bod 1) a na displeji se



Obr. 1.



Obr. 2.

má zobrazit číslo 99.99. Přepínač rozsahů je přitom v poloze 1 a je stisknuté tlačítko pro měření stejnosměrného napětí.

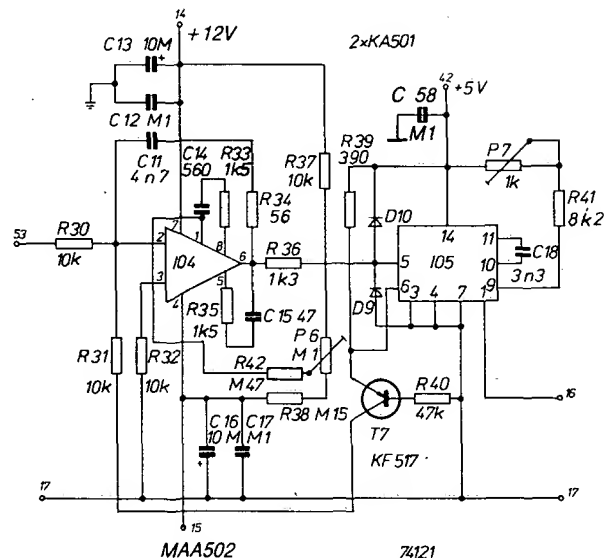
Odporů R1 až R5 tvoří vstupní dělič, kompenzovaný kapacitami C1, C1', C2. Tato kompenzace není dokonalá, ovšem vzhledem ke kmitočtovému rozsahu celého přístroje, který je dost malý (dáno vlastnostmi použitých operačních zesilovačů MAA741) je dostačující. Přístroj v tomto zapojení rozhodně nemůže nahradit dobrý nf milivoltmetr.

Poslední částí přístroje je zdroj, vytvářející potřebná napájecí napětí, tj. +5 V, ±12 V, +200 V. Za zmínku ještě stojí kondenzátor C3, který při měření na stejnosměrných rozsazích blokuje vstupní zesilovač proti rušivým střídavým signálům. Obdobnou funkci má i kondenzátor C56 při měření odporů. Tento kondenzátor je připojen na přepínač P7/3 tak, aby v případě, že bude tento přepínač při měření odporů stisknut (tj. zapojeno měření střídavých veličin), byl výstup převodníku R/U zkratován. Toto opatření je důležité proto, že při měření střídavých napětí a proudů nemá vstupní zesilovač zesílení deset, takže údaj o měřeném odporu by nebyl správný. Potenciometr P1, zapojený mezi body 2, 3 vstupního zesilovače, umožňuje nastavení nuly.

Všechny ovládací prvky jsou umístěny na čelním panelu. Přepínač P1 přepíná rozsahy přístroje (kromě měření kapacit) a současně desetinnou tečku číselného údaje. Ostatní přepínače jsou tlačítka Isostat a jejich funkce je následující: P2 – měření kmitočtu, P3 – měření napětí, P4 – měření proudu, P5 – měření odporů, P6 – měření kapacit, P7 – přepínač ~/-/, P8, P9 – dva rozsahy pro měření kapacit, P10 – testování, P11 – síťový spínač. Čtyřmístný displej je použit proto, aby bylo možno s dostatečnou přesností měřit kmitočet. Pro všechna ostatní měření by stačila tři místa.

Stručný popis jednotlivých obvodů

Vstupní zesilovač (obr. 2) – je tvořen IO1 a IO2, zapojenými jako zesilovač absolutní hodnoty (viz ST 8/75). Proti původnímu zapojení je obrácena polarita diod D3, D4, takže výstupní napětí v bodě 4 má vždy zápornou hodnotu, bez ohledu na polaritu vstupního napětí. Zesílení celého zesilovače je určeno odpory ve zpětnovazební smyčce. Pro měření stejnosměrných veličin je zesílení přesně 10 a je



Obr. 3.

nastaveno trimrem P5. Pro měření střídavých veličin je zesílení nastaveno trimrem P4 tak, aby výstupní napětí odpovídalo efektivní hodnotě vstupního střídavého napětí. Zesílení v tomto případě je ~11. Při měření stejnosměrných veličin platí pro tento zesilovač následující vztahy pro přenos k:

$$\text{pro } U_{\text{vst}} < 0 \quad k = 1 + \frac{R18 + R19 + R20}{R17} \quad (1)$$

$$\text{pro } U_{\text{vst}} > 0 \quad k = 2 \frac{R20}{R19} \quad (2)$$

Řešením těchto dvou rovnic dostaneme:

$$R19 = (R17 + R18) \frac{k - 2}{k + 2}$$

$$R20 = k \frac{R19}{2}$$

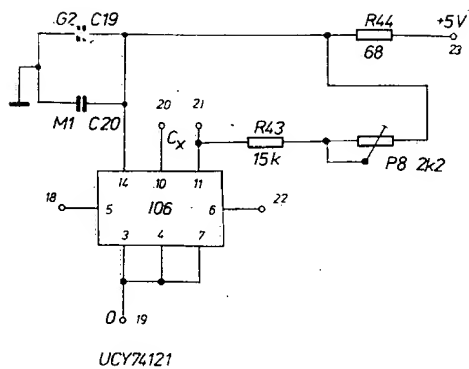
Do odporu R20 je nutno započítat i část trimru P5. Na přesné hodnotě odporů R17, R18, R19 a nastavení trimru P5 tudíž záleží, zda bude mít zesilovač správné zesílení a zda bude toto zesílení stejné při obou polaritách vstupního napětí. Nastavení odporu R19 a trimru P5 viz „Uvedení do provozu“.

Vstupní zesilovač je dále vybaven obvodem pro kompenzaci vstupního klidového proudu, tvořeným tranzistorem T1 až T3

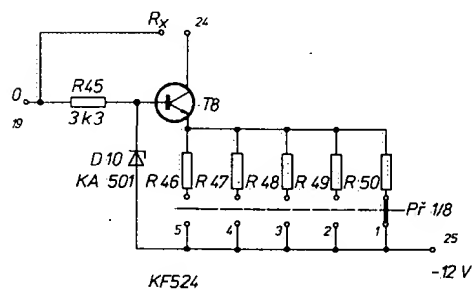
a obvodem ochrany proti přetížení, který tvoří R16 spolu s diodami D1 a D2. Dioda D5 spolu s odporem R24 chrání vstup převodníku A/f proti zahlcení vysokým napětím. Kondenzátor C7 tvoří filtr při měření střídavých veličin. Kondenzátor C4 poněkud upravuje kmitočtový průběh zesilovače směrem k vyšším kmitočtům.

Na společné desce se vstupním zesilovačem je i obvod pro rozlišení polarity měřeného napětí. Je tvořen komparátorem IO3, tranzistorem T4 a diodami D6 až D8. Tranzistorem T4, T6 spínají katody znakové výbojky ZM1081. Tranzistor T5 je zapojen jako invertor. Diody D7 a D8 zabraňují nežádoucímu svitu znaků + a - při sepnutí katody ~. Dioda D6 zvětšuje U_{EB} tranzistoru T5. Bez ní nelze otevřít tranzistor T4, jehož U_{EB} je zvětšeno diodou D8.

Převodník A/f (obr. 3) je tvořen IO4, IO5 a tranzistorem T7. Ukořem tohoto převodníku je převést analogové veličiny (v našem případě napětí) na kmitočet při zachování co možná největší linearity převodu. Převod je nastaven pomocí trimru P7 tak, že vstupnímu napětí 1 V odpovídá výstupní kmitočet 10 kHz. Diody D10, D9 chrání vstup IO5 proti zničení vysokým napětím, případně záporným napětím větším než 1 V. Bližší informace najde zájemce v AR 10/75. Obvod IO5 SN74121 nemá čs. obdobu. Obdobný obvod je vyráběn v Polsku pod označením UCY 74121.



Obr. 4.



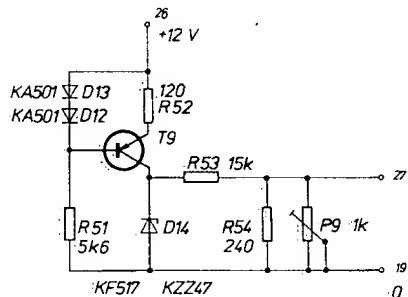
Obr. 5.

Převodník $C/\Delta t$ (obr. 4) je tvořen obvodem IO6. Je to monostabilní klopný obvod, opatřený na vstupu Schmittovým klopným obvodem, který reaguje na vzestupnou hranu vstupního impulsu, přičemž musí být alespoň jeden ze vstupů 3, 4 na úrovni log. 0. Po překlopení přejde výstup 6 do stavu log. 1. Přitom doba, po kterou zůstává MKO překlápěn, je určena odporem $R43 + P8$ a kapacitou kondenzátoru připojeného mezi vývody 10 a 11. Těchto vlastností je využito v popisovaném přístroji pro měření kapacit. Obvod je

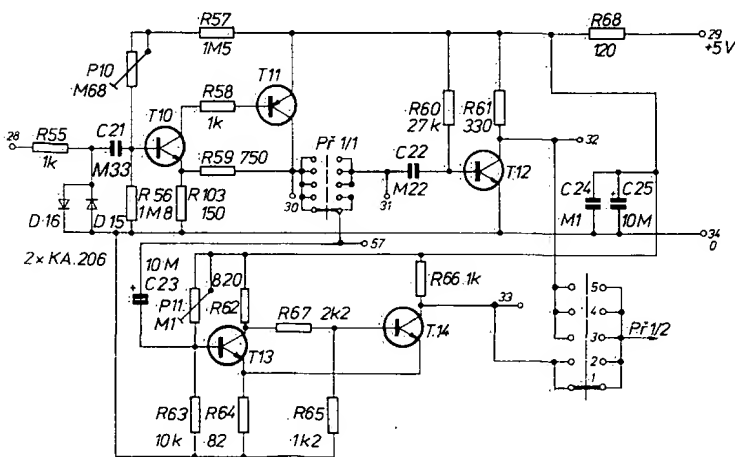
použitelný přes vstup 5 kmitočtem 1 Hz, který je při ostatních měřeních (kromě měření kmitočtu) řídicím kmitočtem čítače. Při měření kapacit je čítač řízen z výstupu IO6 (bod 22), to znamená, že doba, po kterou se čítač plní, je dána velikostí kapacity C_x . Blíže informace viz AR B4/76.

Převodník R/U (obr. 5) je vlastně zdrojem konstantního proudu. Je tvořen tranzistorem T8 a diodou D10; je nastaven velikostí odporů $R46$ až $R50$ tak, aby pro plný rozsah vzniklo na měřeném odporu napětí 100 mV. Podrobně byl tento obvod popsán v AR B5/76.

Zdroj kalibračního napětí (obr. 6) tvoří teplotně kompenzovaná dioda D14 napájená ze zdroje konstantního proudu. Potřebné napětí 100 mV je upraveno děličem $R53/R54$, $P9$. Na tomto místě bych rád připomenul možnost použít pro stejný účel poškozený obvod MAA723. Ve většině případů je u těchto obvodů poškozen koncový tranzistor. Obvod však obsahuje ještě kvalitní, teplotně kompenzovaný zdroj referenčního napětí, který se zřídka kdy poškodí. Stačí potom nepotřebné vývody odštípát, obvod připojit k napájecímu napětí (vývody č. 8, 5) a na vývodu 4 je stabilizované napětí asi 7 V. Tímto



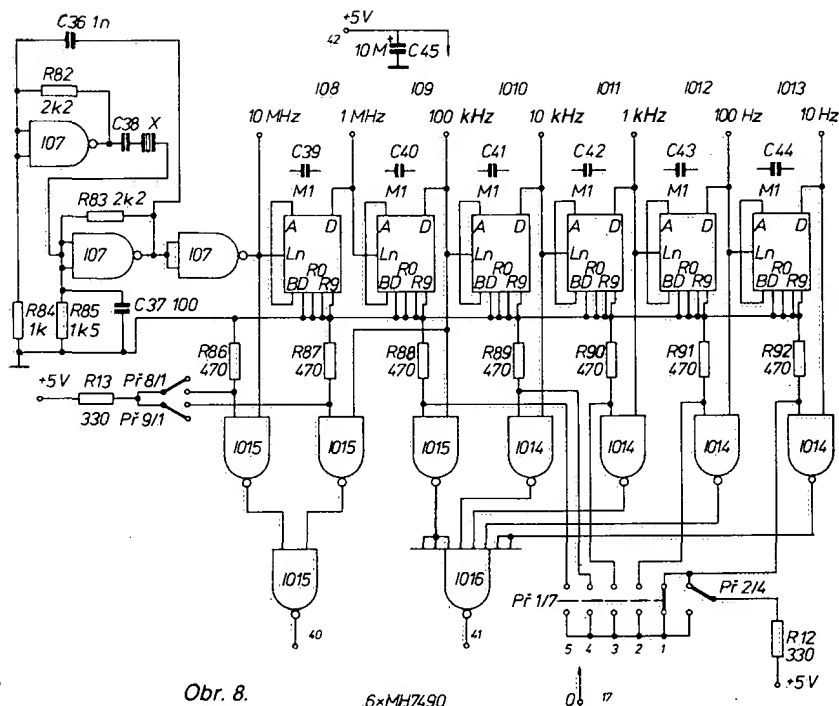
Obr. 6.



Obr. 7.

KF524 KC508 TR15

KC508 KSY62B

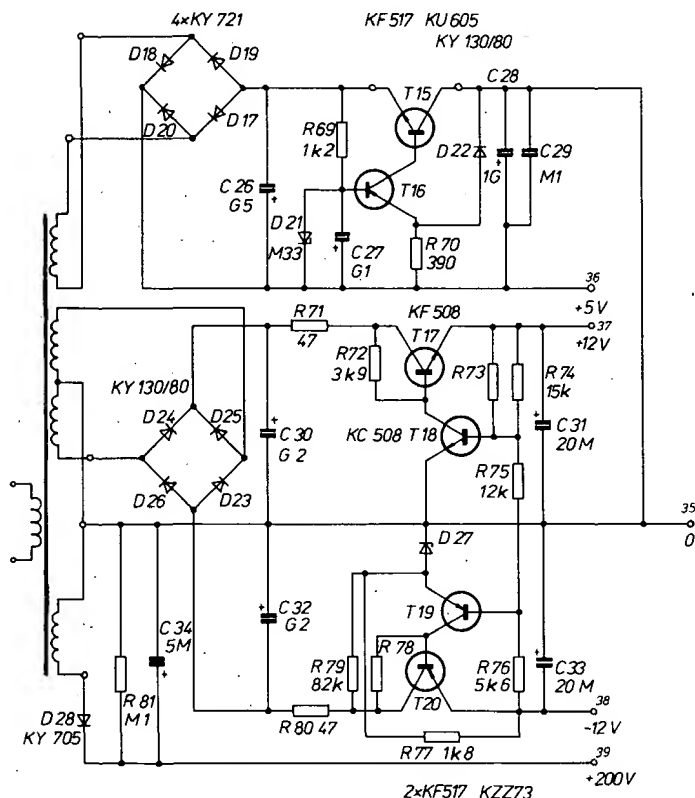
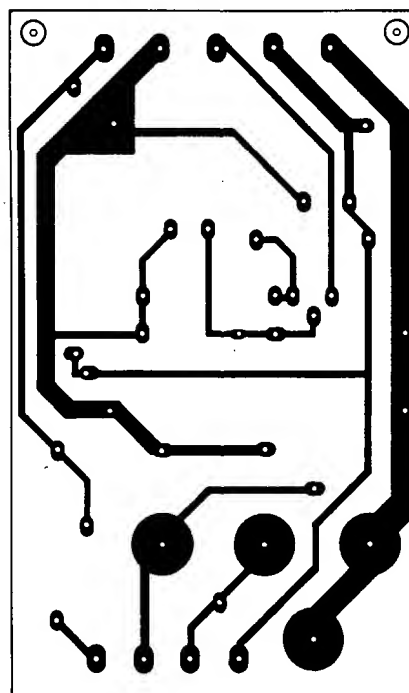
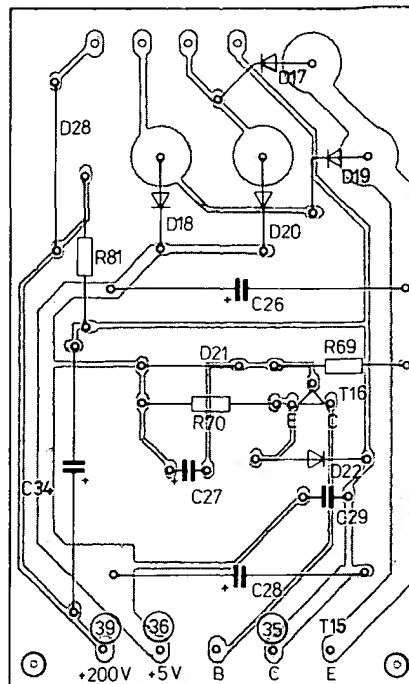
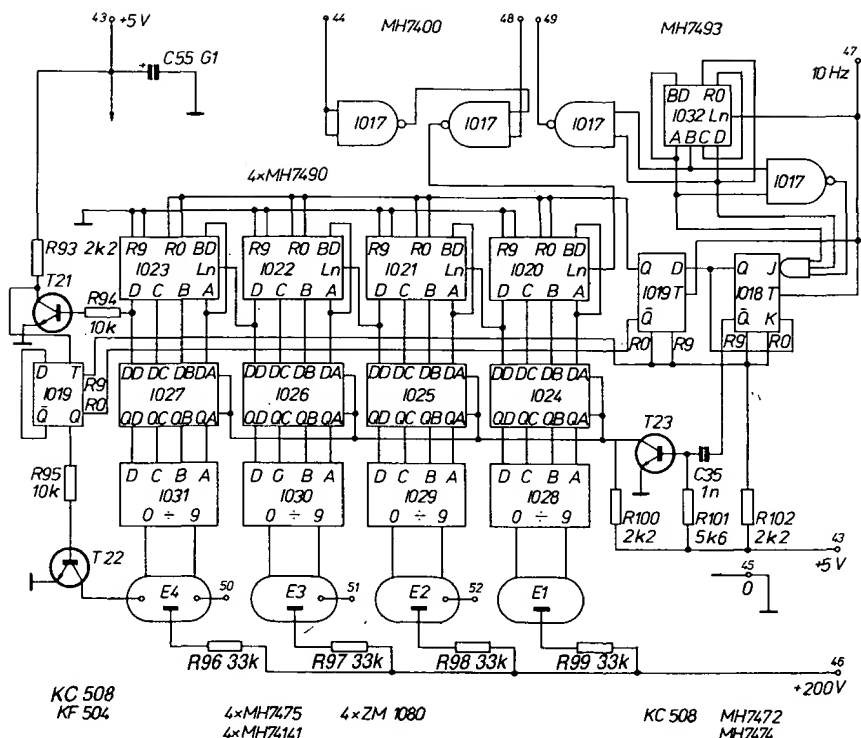


Obr. 8.

6xMH7490

způsobem najde jinak již zcela nepotřebný MAA723 vhodné uplatnění. Při zkouškách bylo zjištěno, že takto získané napětí je stabilnější než napětí kalibračního zdroje, použitého v popisovaném přístroji. Při použití obvodu MAA723 by bylo nutno upravit desku plošnými spoji. Celý tento obvod je možno i vynechat. Vstupní tvarovač pro měření kmitočtu (obr. 7) jsou tvořeny tranzistory T2 až T14. Pro zvětšení citlivosti a vstupního odporu je před tvarovačem zařazen zesilovač T10, T11. Pracovní bod této dvojice je nastaven trimrem P10, aby při přebuzení docházelo k souměrné limitaci měřeného signálu. Odpory $R59$ a $R103$ určují zesílení a šířku přenášeného pásma. Výstup tohoto zesilovače (bod 30) je přepínačem $Pf1$ přepínán na vstupy tvarovačů. Diody D16, D15 spolu s $R55$ tvoří ochranu vstupu zesilovače proti přepětí. Rozdělení tvarovačů na dva obvody – zvláště pro nf a vf kmitočty je sice nákladnější, ale zkušební plně potvrdily oprávněnost tohoto řešení. Tvarovač pro nf (do 100 kHz) je Schmittův klopný obvod s tranzistorem T13 a T14. Trimrem P11 je výstup nastaven na log 0. Současně lze trimrem P11 nastavit citlivost obvodu. Tvarovač pro vf tvoří tranzistor T12, pracující ve spínacím režimu. Na výstupech tvarovačů (body 32, 33) je napětí vhodné pro další zpracování v číslicových obvodech.

Časová základna (obr. 8) je tvořena oscilátorem IO7 řízeným krystalem. Základní kmitočet 10 kHz je postupně dělen deseti v obvodech IO8 až IO13. Jednotlivé kmitočty jsou vedeny jednak na zdířky na čelním panelu, odkud mohou být použity k měřicím účelům a dále na vstupy hradel obvodů IO14 a IO15. Na druhé vstupy těchto hradel je v závislosti na poloze přepínačů $Pf1/7$ a $Pf2/4$ přiváděn analog 1. Na výstupu hradla IO16 (bod 41) pak získáváme kmitočty 10 Hz až 100 kHz. Obdobně na výstupu hradla IO15 (bod 40) získáváme kmitočty 10 MHz a 100 kHz (podle polohy přepínačů $Pf8/1$ a $Pf9/1$) pro měření kapacit. Kapacity $C39$ až $C44$ blokují napájení jednotlivých děličů. Kondenzátor C38 upravuje základní kmitočet oscilátoru na 10 MHz. V případě, že jej nebude nutno použít, nahradí se drátovou spojkou.



▲ Obr. 9.

◀ Obr. 10.
(R78 je 3k 9)

Obr. 11.

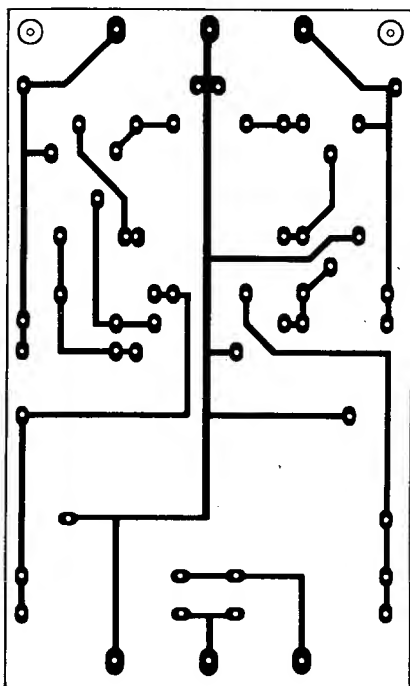
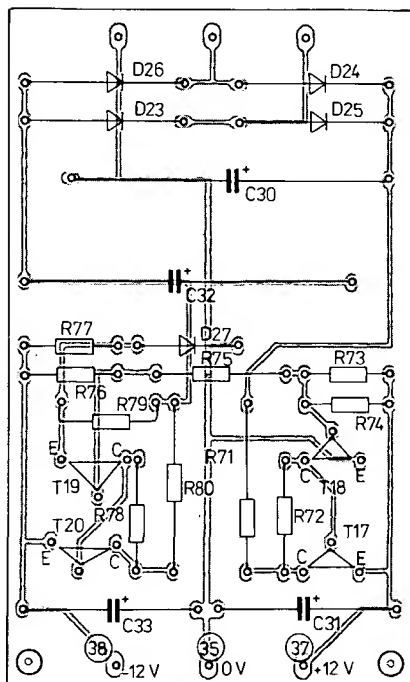
Čítač (obr. 9) je čtyřmístný s dekadickými děliči IO20 až IO23, paměti IO24 až IO27, dekodéry IO28 až IO31 a znakovými výbojkami E1 až E4. Obvody IO17 až IO19, IO32 a tranzistory T21, T23 vytváří pomocné funkce, tj. vzorkovací, ovládací a mazací impulsy k řízení vstupního hradla. Činnost tohoto obvodu byla podrobně popsána v AR 2/74, odkud byl s malými úpravami převzat. Úpravy spočívají ve vyvedení bodů 48, 49 (nutné pro měření kmitočtu a kapacit) a v nahrazení dvou obvodů MH7472 jedním MH7474. S použitím tohoto IO, který na rozdíl od MH7472 překlápá s náběžnou hranou hodinového impulsu, souvisí i nutnost použít invertor T21 v obvodu indikace přeplnění čítače. Kon-

denzátory C39 až C44 blokují napájecí napětí. Napájecí zdroj (obr. 10) nepotřebuje zvláštní komentář. Jedná se o běžné zapojení stabilizátoru +5 V, ±12 V, a zdroje +200 V pro číslicové výbojky.

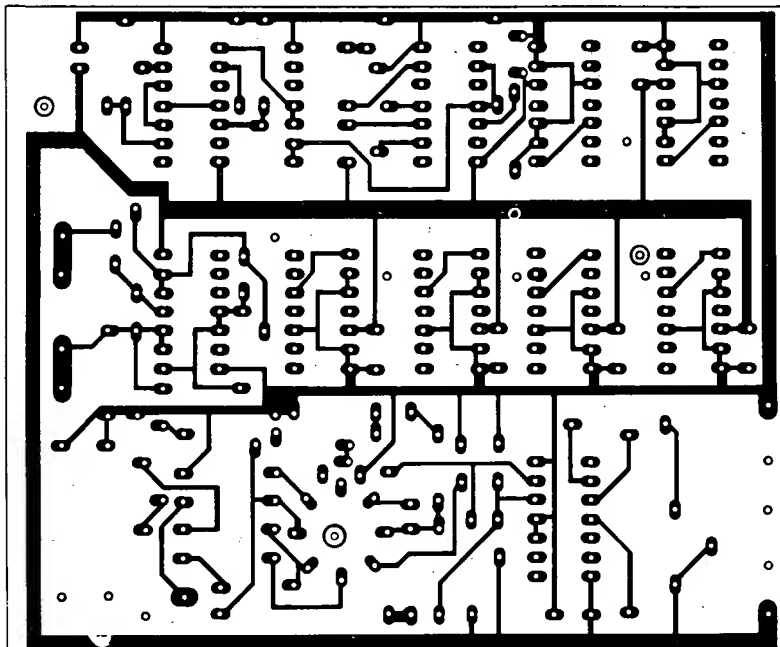
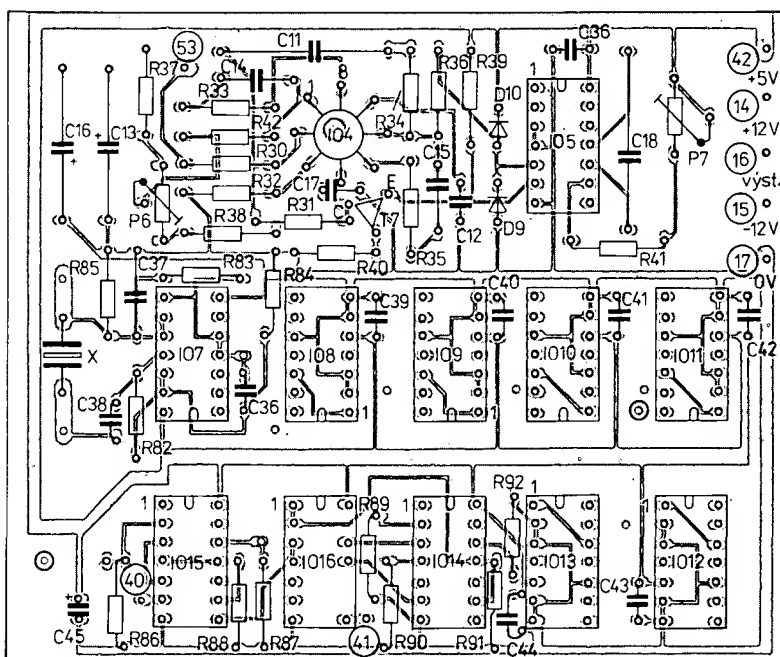
Uvedení do provozu a nastavení jednotlivých obvodů

Při stavbě a uvádění do provozu postupujeme „od zadu“, tj. začínáme napájecím zdrojem. Seřízení zdroje spočívá v nastavení symetrie napětí ±12 V změnou odporu R73 a nastavení maximálního zkratového proudu u zdroje +5 V na 850 až 900 mA změnou odporu R70. Jeho zvětšováním se zkratový proud zmenšuje a naopak. Jeho nastavení je závislé na

zesilovacím činiteli tranzistoru T15. Máme-li nastavený napájecí zdroj, přistoupíme k oživení dalších obvodů. Nejprve oživíme časovou základnu, kterou budeme pro další postup potřebovat. Místo kapacity C38 zapojíme zkratovací spojku. O tom, zda oscilátor kmitá, se přesvědčíme osciloskopem, nebo sluchátký s vnitřním odporem 4 kΩ. Na výstupu IO11 bychom měli slyšet kmitočet 1 kHz. Pokud oscilátor nekmitá, změníme mírně odpor R85, případně kapacitu C37. Tento obvod, za předpokladu že použité IO jsou dobré, pracuje většinou na první zapojení. Nyní, máme-li možnost, zkontrolujeme kmitočet oscilátoru továrním čítačem a v případě potřeby jej nastavíme změnou kapacity C38. Dále zapojíme obvody čítače, spojíme body 48 a 49, bod 44 spojíme se zemí, bod 47 spojíme s bodem 41 na desce časové základny, kde jsme na odpor R92 přivedli přes R12 napětí +5 V. Po připojení napájecího napětí se musí rozsvítit na



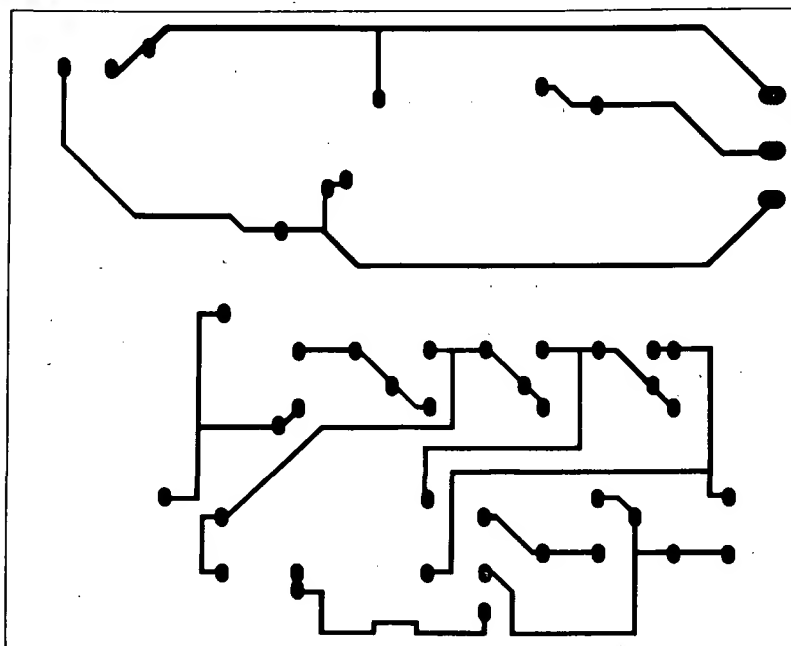
Obr. 12.



Obr. 13.

všech výbojkách číslice 0. Odpojme-li nyní bod 44 od země a přivedeme-li na něj kmitočet 1 kHz z výstupu IO11, musí se na displeji objevit číslo 1000. Nyní přivedeme do bodu 44 kmitočet 10 kHz, na displeji se musí objevit nuly a začne ve vteřinových intervalech blikat levá tečka u výbojky E 4, což znamená, že čítač je přeplněný. Tím jsme uvedli do provozu základní jednotku celého přístroje.

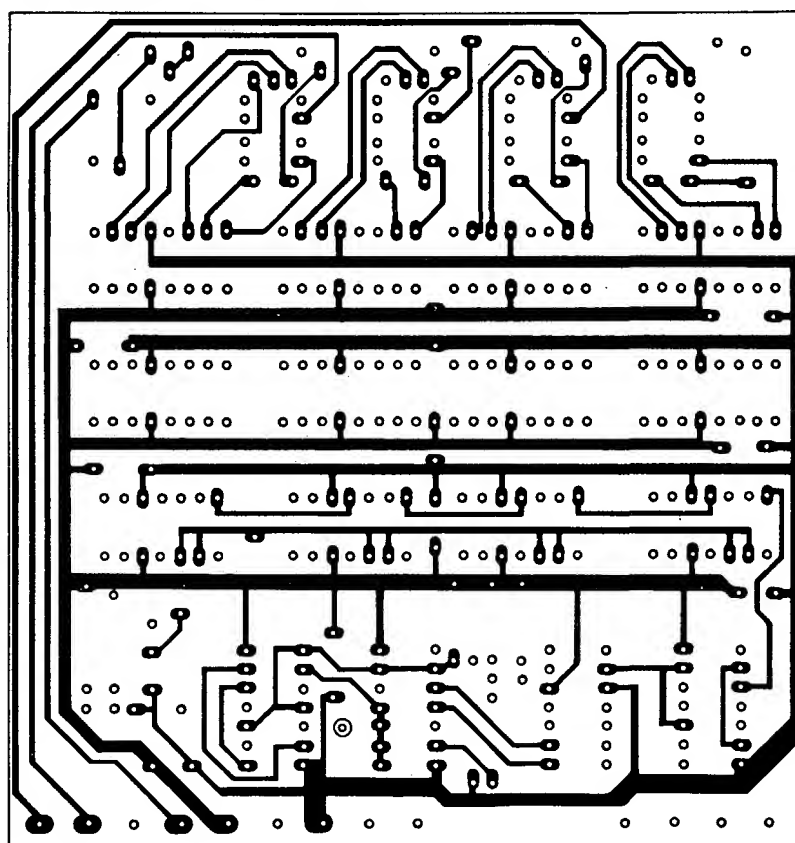
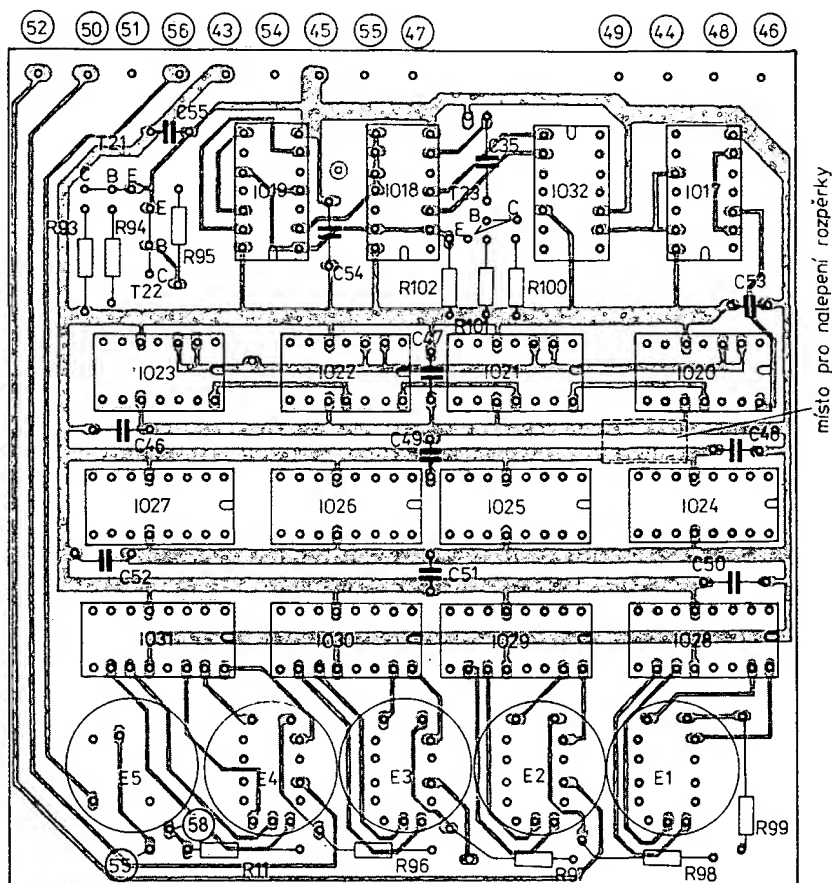
Pokračujeme oživením převodníku A/f. Jeho výstup (bod 16) spojíme se vstupem čítače (bod 44) a vstup (bod 53) uzemníme. Nastavení dokončíme až po 30 minutách provozu. Pokud je na displeji zobrazeno jakékoli číslo, měníme nastavení trimru P6, tak, abychom vynulovali displej. Pokud jsou i po 30 minutách na displeji stále nuly, otáčíme trimrem P6 tak, aby se zobrazilo nějaké číslo a potom opačným otáčením displej vynulujeme.



Tím jsme vlastně udělali kompenzaci napěťové symetrie IO4. Nyní zbývá nastavit převodní činitel. K tomu potřebujeme zdroj napětí 0,5 až 1 V a přesný (nejlépe číslicový) voltmetr. Měřené napětí převedeme na vstup převodníku (bod 53) a trimr P7 nastavíme tak, aby se údaj na displeji shodoval s údajem kontrolního voltmetru.

Nejnáročnějším obvodem na seřízení je vstupní zesilovač. Jelikož IO1 pracuje jako neinvertující zesilovač, vyznačuje se toto zapojení velkým vstupním odporem (asi 30 MΩ). Vstup zesilovače je značně citlivý na různá rušivá napětí, proto je vhodné po dobu seřizování zapojit mezi vstupní svorku IO1 a zem blokovací kondenzátor alespoň 0,1 μF. Vstupní svorku zesilovače (bod 1) uzemníme, výstup (bod 4) spojíme se vstupem převodníku A/f, propojíme vzájemně body 6 a 13. Mezi body 2 a 3 zapojíme potenciometr P1. Do desky zatím nezapojujeme kondenzátor C4 a odpor R26. Místo odporu R19 zapojíme trimr 22 kΩ, nastavený přibližně na střed. Po 30 minutách provozu vykompenzujeme napěťovou symetrii IO1 a IO2 pomocí P1 a P3. Nyní připojíme mezi bod 1 a zem odpor 1 MΩ a trimrem P2 vykompenzujeme vstupní klidový proud IO1. Nyní přicházíme k nejobtížnějšímu bodu, tj. nastavení celkového zesílení a shodnosti zesílení při obou polaritách měřeného napětí. K tomuto účelu potřebujeme zdroj napětí 50 až 100 mV a přesný voltmetr. Kladný pól měřeného napětí připojíme na vstupní svorku, záporný pól uzemníme. Změnou P5 nastavíme shodnost údaje na displeji s kontrolním voltmetrem. Nyní převrátíme polaritu měřeného napětí, přičemž by displej měl ukazovat stejnou hodnotu. Jelikož tomu tak patrně nebude, musíme změnit odpor R19 a současně i P5. Jak vyplývá ze vztahů (1) a (2), zvětšováním odporu R19 stoupá zesílení pro $U_{\text{vst}} < 0$ a klesá zesílení pro $U_{\text{vst}} > 0$. Zvětšováním odporu P5 stoupá zesílení pro obě polarity měřeného napětí. Nastavení P5 a pomocného trimru na místě R19 několikrát opakujeme, až nastavíme zesílení $k = 10$ pro obě polarity měřeného napětí. Trimr na místě R19 potom nahradíme pevným odporem. Nyní nastavíme zesílení zesilovače pro střídavé napětí. Rozpojíme body 6 a 13 a spojíme body 5 a 13. Odpojíme blokovací kondenzátor 0,1 μF ze vstupu IO1. Na vstup zesilovače připojíme generátor sinusového signálu o kmitočtu 1 kHz s co možná nejmenším zesílením. Přiváděné napětí kontrolujeme nř milivoltmetrem. Zesílení nastavíme trimrem P4. Nyní změním kmitočet generátoru na 10 kHz. Pokud bude údaj na displeji menší, zapojíme namísto C4 takovou kapacitu, abychom vyrovnali pokles zesílení. V průběhu celého nastavování několikrát znovu překontrolujeme zkratováním vstupní svorky vynulování displeje, příp. jej změnou P1 vynulujeme. K bodům 7 a 8 připojíme katody znakové výbojky, bod 12 spojíme na zem. Místo odporu R26 připojíme mezi invertující vstup IO3 a zem trimr 0,33 MΩ. Jeho odpor nastavíme tak, aby se rozsvítil znak +. Nyní nahradíme tento trimr pevným odporem zapojeným na výstup IO1. Nastavením odporu R26 popsaným způsobem dosáhneme toho, že při zkratových vstupních svorkách svítí znak +. Nyní odzkoušíme činnost obvodu pro rozlišení polarity. Obvod musí spolehlivě indikovat polaritu měřeného napětí od 1 mV. Nakonec kompenzujeme vstupní dělič trimrem C1, případně změnou kapacity C2.

Nastavení obvodů pro měření odporů spočívá v určení hodnot odporů R46 až R50. Pro tento účel potřebujeme 5 ks odporů změřených na přesném můstku od 47 Ω do 0,47 MΩ. Bod 24 spojíme se

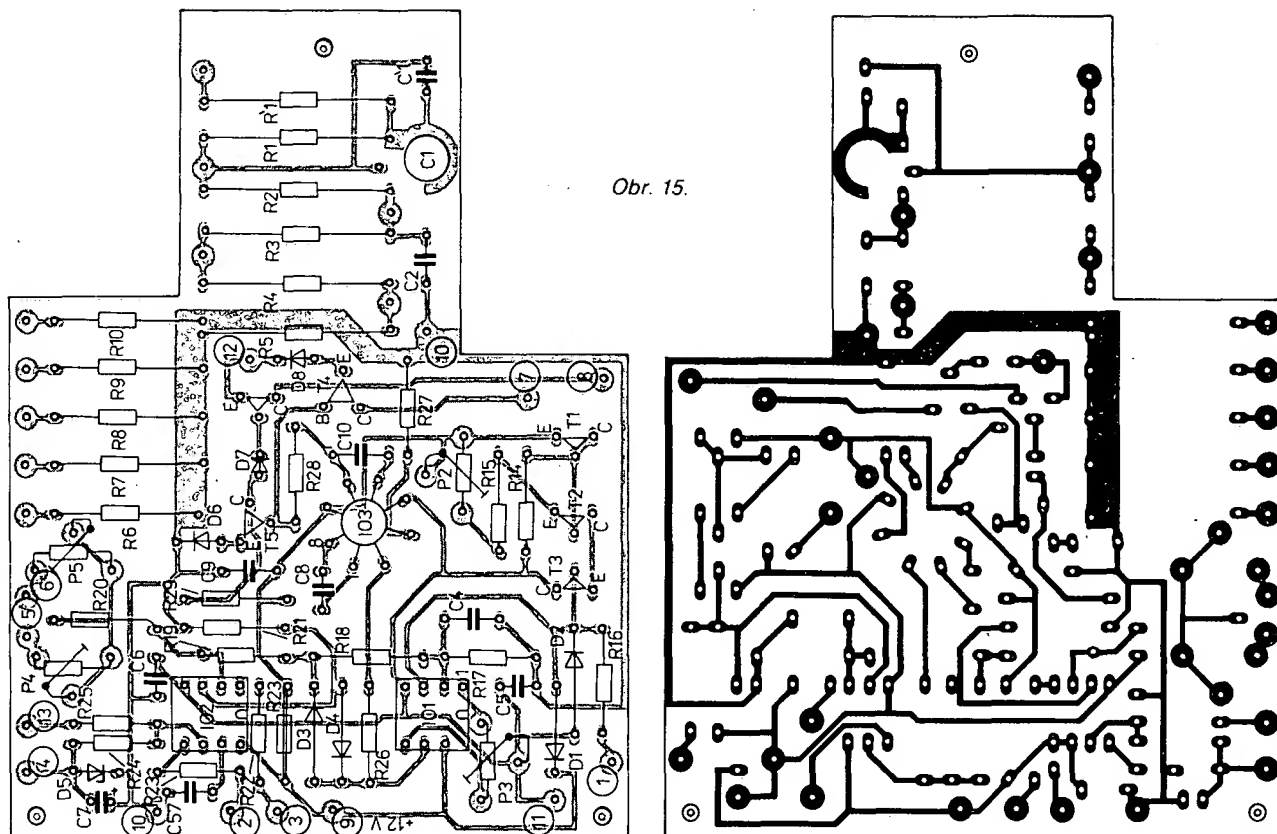


▲ Obr. 14. ►

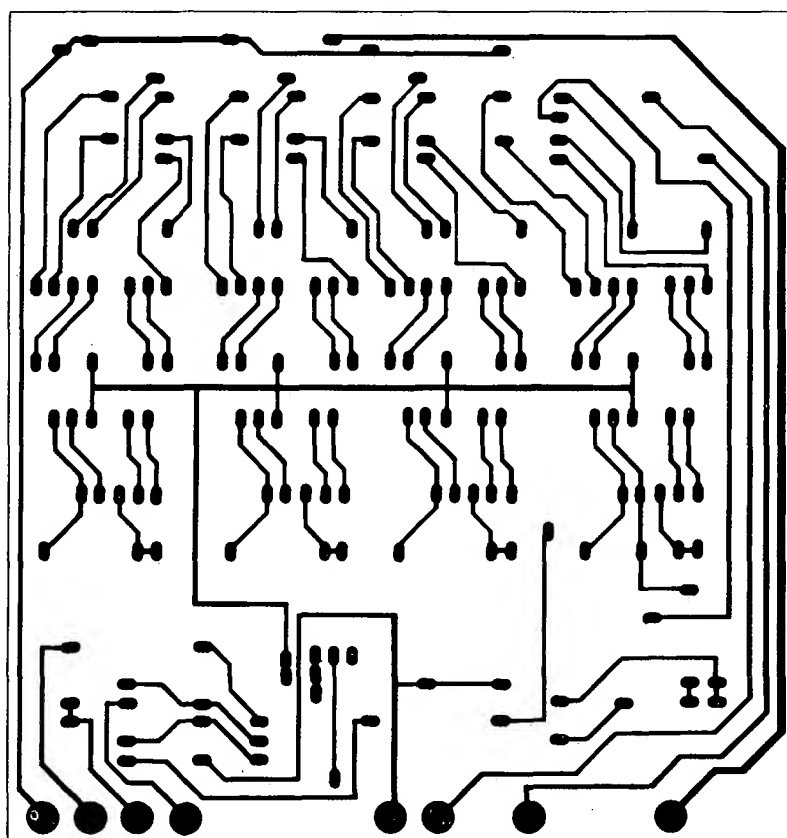
vstupem zesilovače (bod 1) a dále do tohoto bodu proti zemi zapojíme odpor známé hodnoty. Změnou příslušného odporu (R46 až R50) nastavíme na displeji údaj odpovídající měřenému odporu. Tento postup opakujeme 5x.

Seřízení zdroje kalibračního napětí je velmi jednoduché a nevyžaduje zvláštní komentář.

Dále nastavíme převodník pro měření kapacit. Na čítači rozpojíme body 48 a 49, které byly až dosud spojeny. Vstup čítače (bod 44) spojíme s bodem 40 časové základny. Přes odpor R13 přivedeme napětí +5 V na vstup hradla IO15 (odpor R86). Bod 49 spojíme s bodem 18 a bod 48 s bodem 22. Mezi body 20 a 21 zapojíme



Obr. 15.



známou kapacitu a trimrem P8 nastavíme odpovídající údaj na displeji.

Seřízení tvarovačů pro měření kmitočtu spočívá v nastavení souměrné limitace měřeného signálu trimrem P10 a nastavení SKO trimrem P11. Po nastavení zkontrolujeme citlivost obou tvarovačů, která by měla být min. 50 mV pro plné vybuzení.

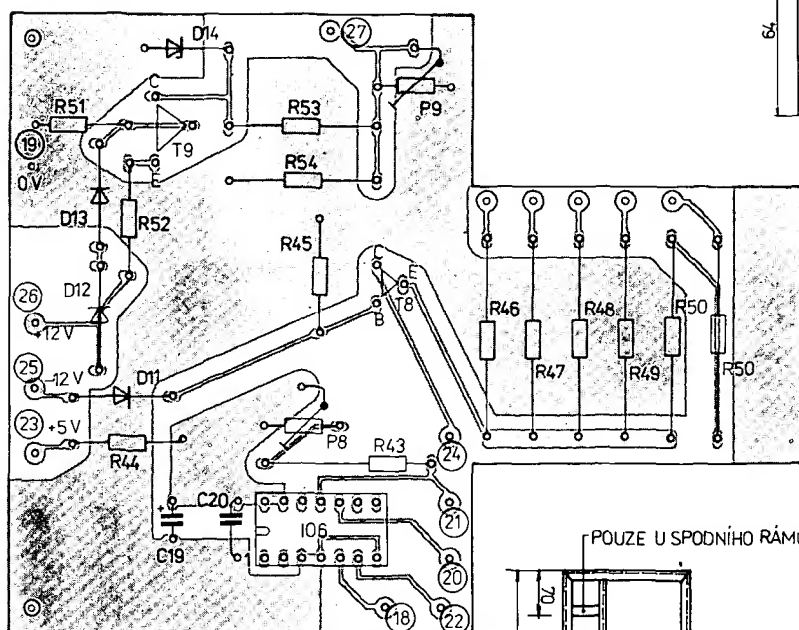
Konstrukce a stavba přístroje

Všechny obvody jsou umístěny na sedmi deskách s plošnými spoji. Napájecí zdroje jsou na deskách Q105 a Q106 (obr. 11 a 12). Tyto desky jsou upevněny na chladiči tranzistoru T15 (obr. 18). Časová základna spolu s převodníkem A/I

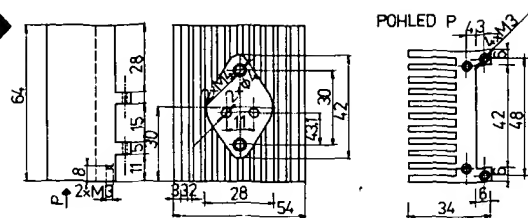
a čítač jsou na oboustranných deskách Q107, Q108 (obr. 13, 14). Tyto dvě desky jsou navzájem spojeny pomocí tří šroubků M2 a rozpěrek ze skelného laminátu, a tvoří jeden kompaktní celek. Dvě rozpěrky jsou přilepeny lepidlem Epoxy 1200 na desce čítače v místech označených čárkovaně, třetí rozpěrka kruhového průřezu je vlepna do otvoru pod IO4 na desce časové základny. Rozpěrky jsou vysoké 25 mm. Otvory pro šroubky M2 zhotovíme v rozpěrkách až po vlepění do příslušných desek podle otvorů v protikusu. Vstupní zesilovač s obvodem pro rozlišení polarity, vstupním děličem a proudovými bočníky je na desce Q109 (obr. 15). Převodníky pro měření odporů a kapacit spolu s kalibračním zdrojem jsou na desce Q110 (obr. 16). Na poslední desce Q111 (obr. 17) jsou umístěny tvarovače signálu včetně předzesilovače.

Nosnou část přístroje tvoří dva rámy zhotovené z ocelových uhlíků (obr. 19) navzájem spojených stínicími přepážkami (obr. 20, 21). Na zadní stínící přepážce jsou přinýtovány uhlíčky pro upevnění jednotlivých desek. Na rámech jsou přivařeny patky pro upevnění dvou tlačítkových souprav „Isostat“. Vpředu je na sestavených rámech přišroubována pomocná čelní deska (obr. 22), na které je umístěn přepínač rozsahů P1. Na čelním krycím panelu jsou pak umístěny vstupní svorky a zdířky pro vyvedení kmitočtových normálů. Tyto zdířky jsou poněkud zkráceny a zaslepeny, takže do nich nelze zasunout banánek dále než asi do 2/3 délky. Osazené desky montujeme do přístroje až po jejich úplném odzkoušení. Všechny seřizovací prvky jsou sice po sejmutí krytu dobře přístupné, ovšem jakákoli výměna součástek v hotovém přístroji je vzhledem k poměrně stěsnané konstrukci velmi nesnadná. Z tohoto důvodu je nutno provést malou úpravu na trimru C1. Do seřizovacího pistu je třeba proříznout drážku v jeho spodní části, aby jim bylo možno otáčet ze strany plošného spoje.

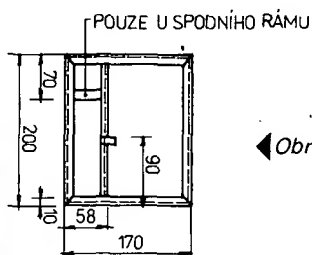
▼ Obr. 16.



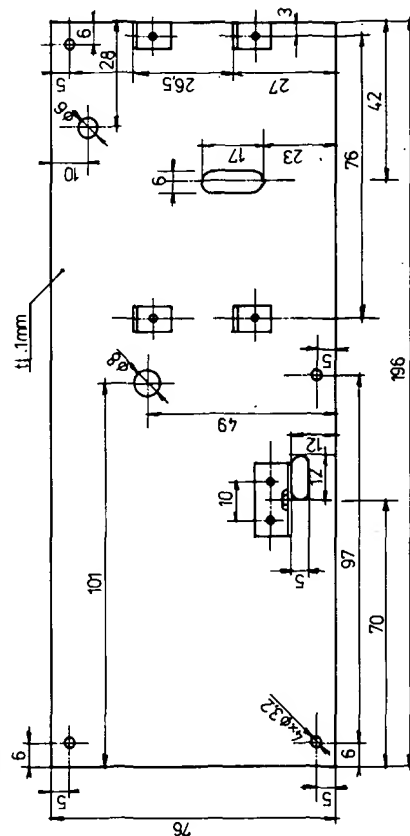
Obr. 18. ►



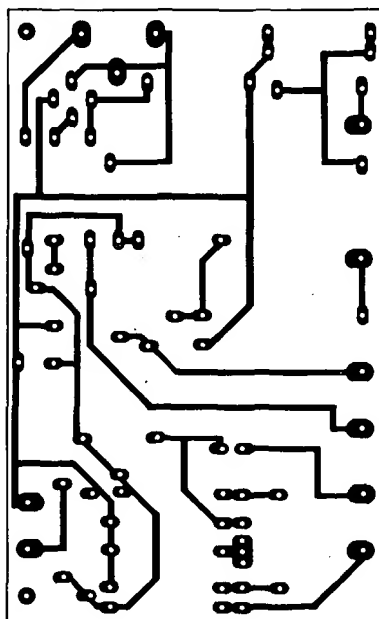
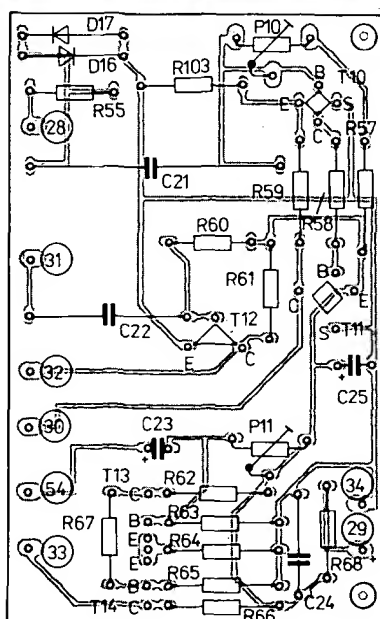
◀ Obr. 19.



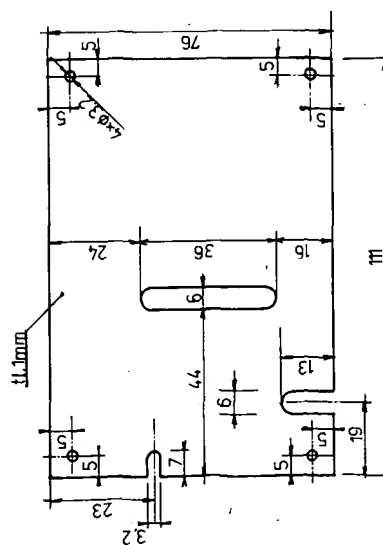
▲ Obr. 20.

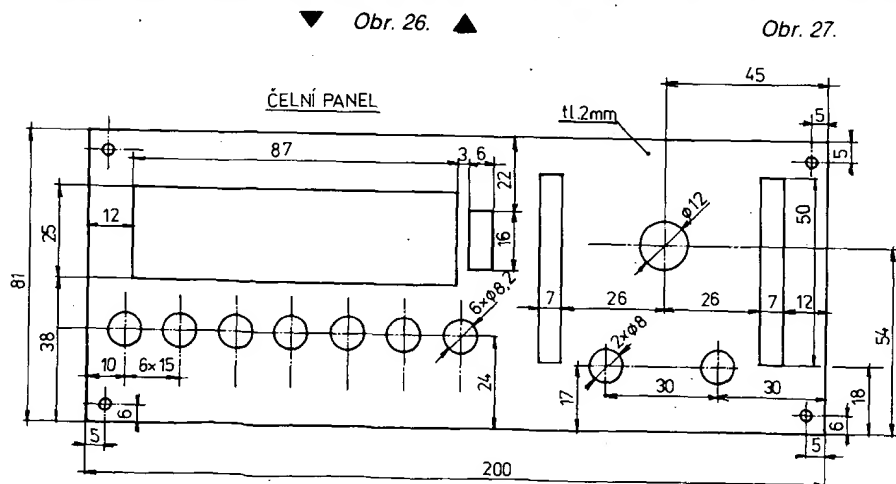
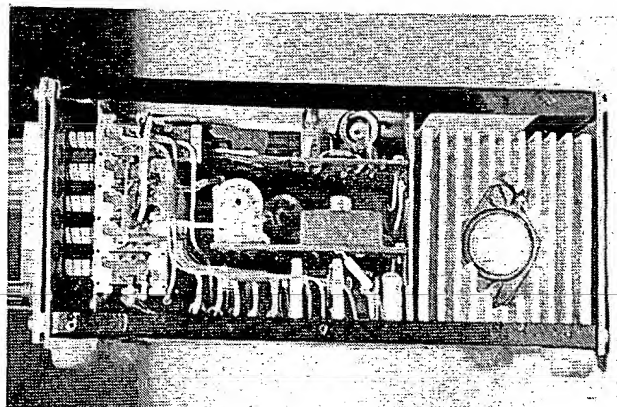
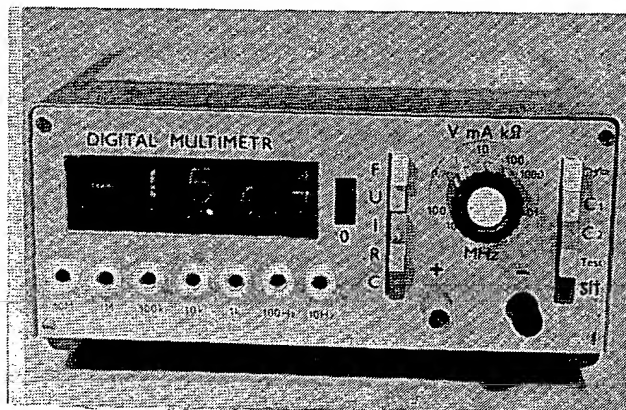
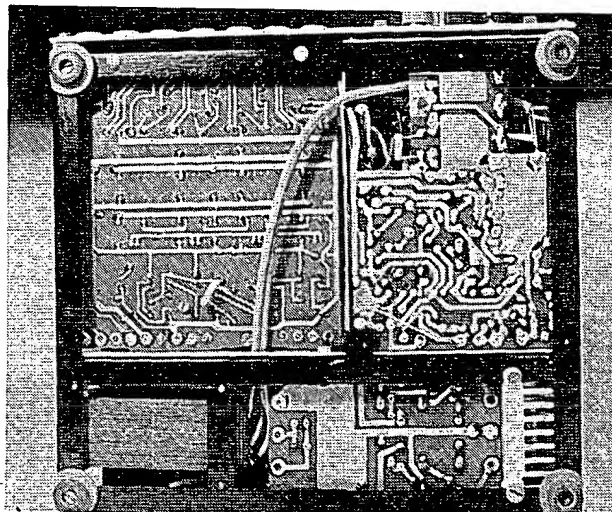
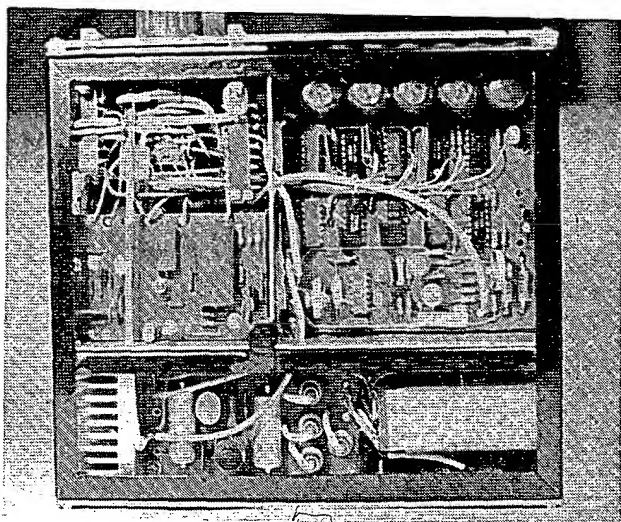
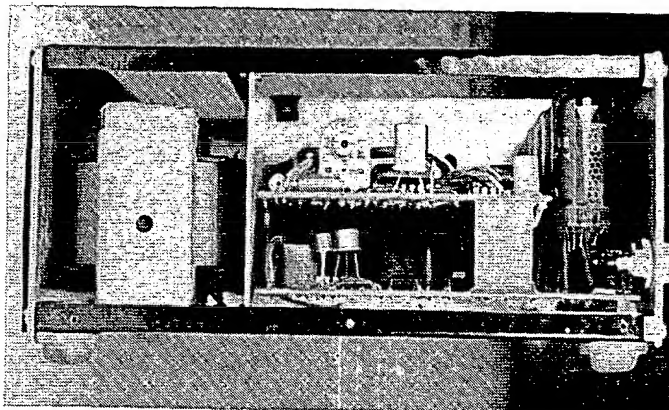
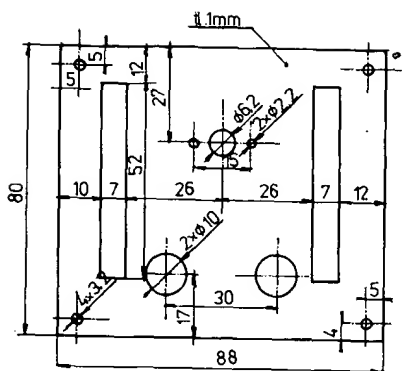


▼ Obr. 17.



▲ Obr. 21.





Rovněž doporučuji udělat potřebné propojení vývodů na přepínači Pr1 a soupravy funkčních přepínačů Pr2 až Pr6 před jejich zamontováním. Odporů R12, R13 a kondenzátory C3, C56 jsou umístěny přímo na přepínači. Potenciometr P1 je knoflíkový typ a je upevněn na stínici přepážce. Rozmístění jednotlivých dílů je patrné z příložených fotografií (obr. 23 až 27). Spoje od bodů 1, 2, 3, 53, 16, 40, 44 jsou vedeny stíněnými vodiči. Dále bylo nutno vést stíněným vodičem proud napájecího napětí k síťovému vypínači, protože tento spoj prochází bezprostředně nad vstupním děličem.

Kryt přístroje je dvojdielný, vrchní část je z hliníkového plechu tl. 1 mm, opatřena mřížkou, spodní část je z ocelového plechu tl. 1 mm.

Všechny desky plošných spojů jsou kresleny při pohledu ze strany součástek.

LAVINOVÉ GENERÁTORY

Ing. Ladislav Havlík, CSc.

Tranzistory, pracující v lavinové oblasti charakteristik, mohou generovat impulsy s krátkým čelem 10^{-10} až 10^{-9} s a poměrně značnou amplitudou 10^1 až 10^2 V. K rychlému sepnutí se využívá nedestruktivního lavinového průrazu přechodu emitor-kolektor a záporného odporu na charakteristikách. V článku je vysvětlen mechanismus lavinového jevu a jsou uvedeny i důležité závislosti parametrů lavinového generátoru na zvoleném pracovním bodě. V článku jsou dále popsány lavinové generátory pravoúhlých impulsů, tvarovaných souosým kabelem. Čelo impulsu je kratší než 1 ns, délka několik ns až několik set ns a amplituda až 200 V/50 Ω. Jako příklad lavinového generátoru s tvarováním výstupních impulsů mžikovými diodami je popsán zdroj jehlových impulsů s čelem a tylem kratším než 100 ps.

Lavinový průraz, volba tranzistoru

Na charakteristikách křemíkových planárních tranzistorů n-p-n v zapojení se společným emitorem jsou důležitá napětí

$U_{(BR)CE}$ průrazné napětí kolektor-emitor
 $U_{(BR)CES}$ – báze zkratována s emitorem
 $U_{(BR)CER}$ – báze spojena s emitorem odporem
 $U_{(BR)CEO}$ – báze a emitor rozpojeni

$U_{(L)CE}$ lavinové průrazné napětí kolektor-emitor

$U_{(L)CES}$ – báze zkratována s emitorem
 $U_{(L)CER}$ – báze spojena s emitorem odporem
 $U_{(L)CEO}$ – báze a emitor rozpojeni

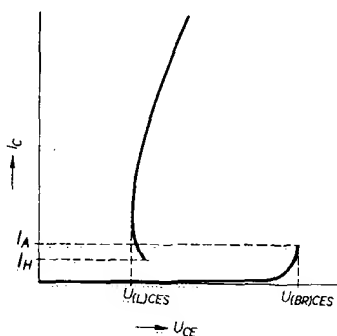
Charakteristika tranzistoru se společným emitorem a bázi zkratovanou s emitorem je na obr. 1. Zvětší-li se kolektorový proud I_C při napětí $U_{(BR)CES}$ nad I_A , „přeskočí“ napětí z průrazného napětí $U_{(BR)CES}$ na lavinové průrazné napětí $U_{(L)CES}$ a proud se zmenší na I_H . Tvar charakteristiky pro druhý mezní případ, kdy jsou emitor a báze rozpojeni, je na obr. 2. V intervalu $U_{(L)CEO}$ až $U_{(BR)CEO}$ je charakteristika v oblasti záporného odporu.

Na obr. 3 je oscilogram charakteristiky tranzistoru KSY34 (vzorek č. 1) v zapojení se společným emitorem, $R_B = 470 \Omega$ pro proud I_C maximálně 20 mA; na charakteristice je dobře patrná oblast záporného odporu. Pro průrazné napětí obecně platí [1]

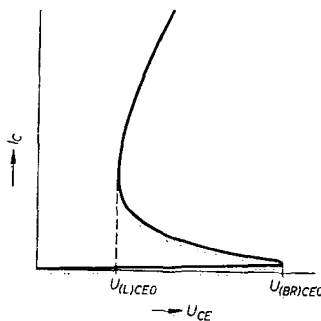
$$\begin{aligned} U_{(BR)CES} &> U_{(BR)CEO} \\ U_{(L)CES} &> U_{(L)CEO} \\ U_{(BR)CES} &= U_{(BR)CEO} \end{aligned} \quad (1)$$

Závislost průrazného napětí kolektor-emitor na velikosti vnějšího odporu báze-emitor je na obr. 4. Kolektorové charakteristiky se mění s proudem báze podle obr. 5. Pro lavinovou činnost je důležitá část charakteristiky se záporným odporem mezi napětím $U_{(L)CEO}$ a $U_{(BR)CEO}$ – lavinová oblast. Tranzistory vhodné pro lavinové generátory musí mít co největší průrazné napětí $U_{(BR)CEO}$ a velký rozdíl napětí $U_{(BR)CEO}$ a $U_{(L)CEO}$. Průrazné napětí $U_{(BR)CEO}$ se zmenšuje se zvětšujícím se proudem báze. Lavinové průrazné napětí $U_{(L)CEO}$ se mění v závislosti na proudu I_C podle obr. 6 [2]. Křivka platí pro tranzistor 2N2218 (Si, n-p-n) ty National Semiconductor.

Velmi krátkého čela impulsů, generovaných lavinovým generátorem, se do-



Obr. 1. Kolektorová charakteristika tranzistoru n-p-n s lavinovou oblastí, společný emitor, báze spojena s emitorem



Obr. 2. Kolektorová charakteristika tranzistoru n-p-n s lavinovou oblastí, společný emitor, emitor od báze odpojen

sáhne výrazným zkrácením doby τ průchodu menšinových nosičů proudu bázi tranzistoru. Za obvyklých podmínek je difúzní doba průchodu menšinových nosičů proudu τ_d bázi určena podle [1] vztahem

$$\tau_d = w^2/2D = k/f_{h21b} \quad (2),$$

kde w je šířka báze,

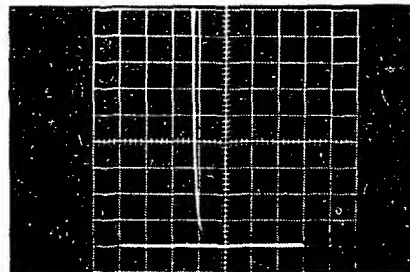
D difúzní konstanta nosičů proudu v bázi,

k konstanta,

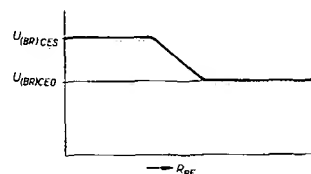
f_{h21b} mezní kmitočet tranzistoru v zapojení se společnou bází.

Během lavinového průrazu se počet nosičů proudu v bázi podstatně zvětší působením násobícího činitele M a zkrátí se doba τ průchodu nosičů proudu bázi

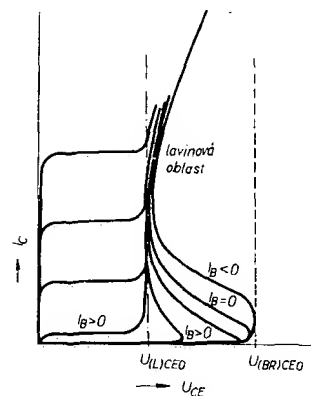
$$\tau = \frac{\tau_d}{\log(2\gamma M^2)} \quad (3),$$



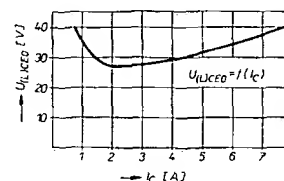
Obr. 3. Kolektorová charakteristika tranzistoru KSY34, společný emitor, $X = 20$ V/díl., $Y = 2$ mA/díl., $R_{BE} = 470 \Omega$, $I_B = 20 \mu A$; $U_{(L)CER} < 50$ V, $U_{(BR)CES} = 140$ V; vlivem rychlého přeběhu stopy je oblast záporného odporu naznačena tenčí, v kolektoru je ochranný odpor $R_C = 5 k\Omega$



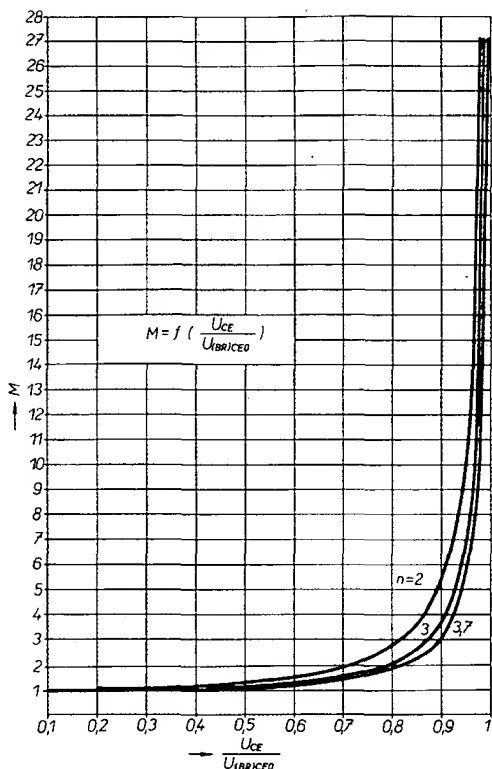
Obr. 4. Závislost průrazného napětí $U_{(BR)}$ na odporu báze-emitor R_{BE}



Obr. 5. Kolektorové charakteristiky tranzistoru n-p-n s lavinovou oblastí, společný emitor, proud báze je třetí proměnnou



Obr. 6. Závislost lavinového průrazného napětí $U_{(L)CEO}$ na proudu kolektoru I_C u tranzistoru 2N2218A (obdoba KSY34)



Obr. 7. Závislost násobícího činitele M na poměru napětí $U_{CE}/U_{(BR)CEO}$ pro exponenty 2, 3 (Si, n-p-n) a 3,7 (Si, p-n-p)

kde γ je emitorová vstřikovací účinnost, $\gamma \approx 1$. Násobící činitel M je určen výrazem

$$M = \frac{1}{1 - \left(\frac{U_{CE}}{U_{(BR)CEO}}\right)^n} \quad (4)$$

kde n je exponent závislý na typu materiálu a dotaci nečistot. Podle [3] a [4] experimentálně zjištěné exponenty jsou v tab. 1.

Tab. 1. Exponenty n u Ge a Si tranzistorů

n	Typ tranzistoru
2 až 3	Si, n-p-n
3,7	Si, p-n-p
5	Ge, n-p-n
3,6	Ge, p-n-p

Průběh závislosti násobícího činitele M na poměru napětí $U_{CE}/U_{(BR)CEO}$ pro exponenty 2, 3 a 3,7 je na obr. 7.

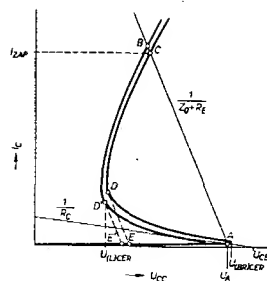
Doposud jsme předpokládali pohyb menšinových nosičů proudu v tranzistoru difúzí. U tranzistorů s nerovnoměrným rozdělením příměsí v bázi – driftových tranzistorů (to je případ většiny dnes vyráběných Si planárních tranzistorů) se průchodem difundujících nosičů bázi vytváří urychlující pole E . Nosiče proudu projdou bázi vlivem pole E za dobu τ_0

$$\tau_0 = w/\mu E \quad (5)$$

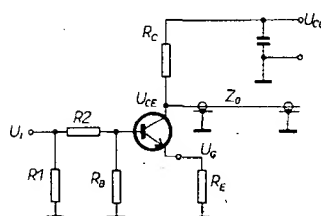
kde μ je pohyblivost menšinových nosičů proudu. Doba průchodu menšinových nosičů bázi driftového tranzistoru v lavinové oblasti pak je

$$\tau = \tau_0 / \log M \quad (6)$$

Doba zapnutí lavinového tranzistoru je v případě difúze i v případě driftu menšinových nosičů výrazně zkrácena vlivem násobícího činitele M , viz (3) a (6). Nosiče proudu projdou bázi tím rychleji, čím menší bude šířka báze w . Pro lavinové



Obr. 8. Pracovní oblast lavinového generátoru spouštěného vnějšími impulsy



Obr. 9. Zapojení lavinového generátoru

generátory je proto třeba přednostně používat tranzistory s vysokým mezním kmitočtem f_{H21B} , viz (2), popř. rychlé spínací tranzistory. Rychlost sepnutí v lavinovém režimu je nejvýrazněji řízena velikostí násobícího činitele M a je tím kratší, čím je činitel M větší. Druhým důležitým parametrem je průrazné napětí $U_{(BR)CEO}$, které by mělo být větší než 60 V. V neposlední řadě je pak důležitý i velký rozdíl napětí $U_{(BR)CEO} - U_{(L)CEO} > 30$ V.

Uvedené požadavky splňují dobře křemíkové tranzistory typu n-p-n. Přestože křemíkové tranzistory p-n-p mají obdobnou konstrukci a řadu shodných vlastností, nejsou obvykle pro práci v lavinovém režimu vhodné. Pravděpodobně hlavním důvodem je menší násobící činitel M , jehož velikost ovlivňují rozdílné fyzikální parametry obou typů tranzistorů. Jako příklad lze uvést činitele M obou typů tranzistorů pro poměr $U_{CE}/U_{(BR)CEO} = 0,98$, obvyklý v praxi – viz tab. 2. Tranzistory p-n-p mají rovněž po-

Tab. 2. Násobící činitel M pro poměr $U_{CE}/U_{(BR)CEO} = 0,98$

	Si n-p-n	Si p-n-p
n	2	3,7
M	25,2	13,9

měrně malý rozdíl průrazných napětí ΔU . Např. u tranzistorů KFY18 a KF517 je $\Delta U = 20$ až 30 V, obdobně je tomu u tranzistoru 2N2904. Tranzistory KSY81 a TR15 mají $\Delta U = 10$ V i méně.

V knize [5] je uvedena celá řada aplikací lavinových generátorů s germaniovými tranzistory p-n-p. V SSSR se například vyrábějí i germaniové tranzistory p-n-p, GT338A, GT338B, určené pro lavinový režim ($U_{(BR)CEO} = 25$ V, amplituda výstupních impulsů je asi 10 V).

Z tuzemských tranzistorů a tranzistorů z LDS typu p-n-p vykazují kontrolovatelný lavinový jev tranzistory KFY18, KF517 a 2N2904. Amplituda výstupních impulsů v zapojení podle obr. 9 je menší než 20 V

a čelo impulsu je až 10 ns. Generátory jsou nestabilní. Literatura o lavinových tranzistorech (v zahraničí velmi početná) uvádí převážně zapojení s křemíkovými tranzistory typu n-p-n (planární epitaxní tranzistory).

Nejvhodnější dosažitelné tranzistory pro lavinový režim jsou KSY34 nebo BSY34, které jsou schopny dodat impulsy s největší amplitudou a s nejvhodnějším průběhem. Další vhodné tranzistory jsou uvedeny v tab. 3; byly měřeny v jednostup-

Tab. 3. Parametry tranzistorů vhodných pro lavinové generátory, $R_B = 560 \Omega$

Tranzistor	$U_{(BR)CEO}$ [V]	U_G [V]	t_r [ns]
KSY21	100 až 150	10 až 25	0,6
KSY62	60 až 120	15 až 35	0,5
KSY34	120 až 200	30 až 50	0,6 až 0,8
BSY34	120 až 200	35 až 80	0,6
KSY71	60 až 80	20 až 30	0,6 až 0,7
KC507	80 až 200	15 až 50	0,6 až 0,7
KC509	60 až 200	15 až 40	0,6 až 0,7

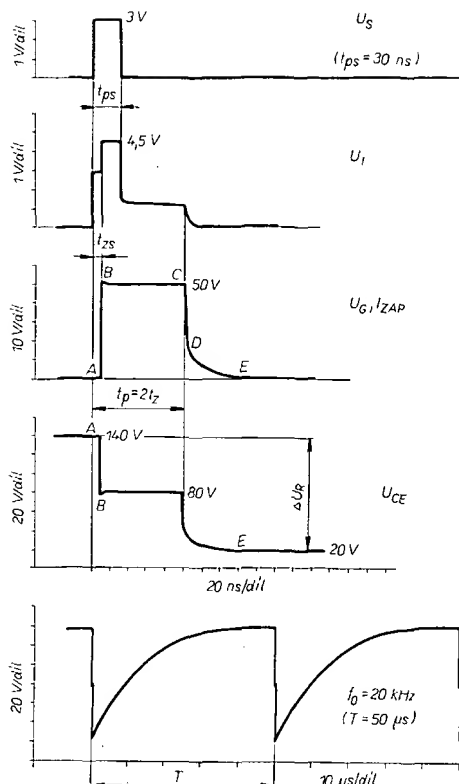
novém lavinovém generátoru podle obr. 12. Ve všech případech bylo čelo impulsu kratší než 1 ns a průběh impulsů byl „hladký“, hodí se tedy i pro měřicí účely. U_G je amplituda výstupních impulsů na zátěži 50 Ω . Všechny údaje jsou průměrné a byly získány měřením několika set kusů tranzistorů v letech 1974 až 1980. Změny v technologii výroby mohou vést k poněkud odlišným hodnotám.

Pro lavinové generátory se vyrábějí i speciální tranzistory, např. fa Motorola vyrábí Si tranzistor n-p-n 2N5271, s napětím $U_{(BR)CEO} = 200$ až 300 V. Minimální výstupní napětí lavinového generátoru s tímto tranzistorem při vybíjení kondenzátoru 75 pF do zátěže 50 Ω je 100 V.

Činnost lavinového generátoru spouštěného vnějším impulsem

Tranzistor v lavinové oblasti může pracovat jako spouštěný nebo volně kmitající generátor podle volby pracovního bodu. Pracovní cyklus spouštěného generátoru je v zapojení podle obr. 9 naznačen na obr. 8. Kolektor je napájen přes odpor R_C ze zdroje U_{CC} . Stabilní pracovní bod A je zvolen co nejtěsněji pod průrazným napětím $U_{(BR)CEO}$. (Při odpojení zdroje spouštěcích impulsů nastavíme kolektorové napětí těsně pod hranici, při níž tranzistor ještě volně kmitá.) Ke kolektoru je připojen tvarovací souosý kabel se zpožděním t_z a s impedancí Z_0 . Výstup generátoru je zatížen odporem $R_E = Z_0$. Stejnou zátěží tvoří odpor R_C a dynamickou $R_E + Z_0$. Báze je připojena přes odpor $R_B \approx 10R_E$ na zem. Menší odpor R_B by byl sice výhodný pro bezpečnou činnost lavinového generátoru (viz (1) a obr. 4), ale po dobu sepnutí tranzistoru je R_B připojen paralelně k zátěži R_E (přechod B-E je otevřen) a zhoršuje jednak přizpůsobení vůči tvarovacímu kabelu a jednak tvar výstupních impulsů (odrazy). Výstupní impuls se v plné amplitudě objevuje i na bázi tranzistoru. Spouštěcí impuls je na vstupu lavinového generátoru superponován na výstupním impulsu, zeslabeným děličem R_1 a R_2 (obr. 10). Pro bezpečnou činnost spouštěcího generátoru je nezbytné zařadit do přívodu báze odpor R_2 , případně ještě sériovou oddělovací diodu (obr. 12).

Sledujeme pracovní cyklus lavinového generátoru na obr. 8 a 10. Na bázi tranzistoru přivedeme spouštěcí impuls o amplitudě U_s . Za dobu t_{zs} způsobí proud báze zmenšení průrazného napětí $U_{(BR)CEO}$



Obr. 10. Průběhy napětí v důležitých bodech zapojení z obr. 9. Číselné údaje napětí a času platí pro tranzistor KSY34 (vzorek 1). Tranzistor je spouštěn impulsem kratším, než je výstupní impuls (30 ns, 3 V) opakovací kmitočet je 20 kHz. Body A-E označují pracovní bod podle obr. 8. Spodní průběh je napětí U_{CE} při nabíjení tvarovacího kabelu

a pracovní bod se přesune do oblasti záporného odporu. Velmi rychle (za dobu τ) přeskóčí do bodu B a po skončení spouštěcího impulsu do bodu C. Kolektorový proud se zvětší z klidového proudu I_A v pracovním bodě A na proud I_{ZAP} a vytvoří na zátěži R_E čelo impulsu.

$$I_A = (U_{CE} - U_A)/R_C \quad (7),$$

$$I_{ZAP} = \frac{U_A - U_{(L)CER}}{R_E + Z_0 + r_{bb}} + I_A \quad (8).$$

Je-li odpor báze r_{bb} malý (několik Ω), lze ho zanedbat, stejně lze obvykle zanedbat ve výrazu (8) i klidový proud I_A :

$$I_{ZAP} = (U_A - U_{(L)CER})/(R_E + Z_0) \quad (9).$$

Během doby zapnutí se napětí na kolektoru zmenší. Napětový skok se šíří od kolektoru tvarovacím vedením na jeho otevřený konec. Za dobu zpoždění t_z tvarovacího kabelu se na otevřeném konci odrazí zpět. Za stejnou dobu t_z se odražená napěťová vlna vrátí ke kolektoru, napětí na něm se zmenší a pracovní bod přejde do bodu D. Tranzistor se začne zavírat a pracovní bod se přesune po bodech D-E zpět do bodu A.

Je-li délka spouštěcího impulsu t_{ps} větší než délka generovaného impulsu t_p , probíhá pracovní cyklus mezi body A-B-D-E'. Během šíření napěťové vlny, tj. po dobu $t_p = 2t_z$, je kolektorový proud I_{ZAP} , vytvoří tedy na zátěži R_E impuls o amplitudě $U_G = I_{ZAP}R_E$ a délce t_p . Vypnutí tranzistoru probíhá rychle zhruba do bodu D, pak se postupně zpomaluje tak, jak se se zmenšujícím se kolektorovým napětím zmenšuje i násobící činitel M . Po dobu trvání výstupního impulsu rozptyluje tranzistor výkon

$$P_{ZAP} = U_{(L)CER}I_{ZAP} \doteq U_{(L)CER} \left(\frac{U_A - U_{(L)CER}}{R_E + Z_0} \right) \quad (10).$$

V době $T - t_p$ je tranzistor vypnut a rozptýlený výkon je

$$P_{VYP} = U_A ((U_{CE} - U_A)/R_C) \quad (11).$$

Střední výkon určuje vztah (12), popř. (13)

$$P_{STR} = t_p P_{ZAP}/T + P_{VYP} \quad (12),$$

$$P_{STR} = \frac{t_p}{T} U_{(L)CER} \left(\frac{U_A - U_{(L)CER}}{R_E + Z_0} \right) + U_A \left(\frac{U_{CE} - U_A}{R_C} \right) \quad (13);$$

T je perioda lavinového generátoru. Zbývá určit výkon impulsu na zátěži P_G

$$P_G = R_E I_{ZAP}^2 \doteq R_E \left(\frac{U_A - U_{(L)CER}}{R_E + Z_0} \right)^2 \quad (14)$$

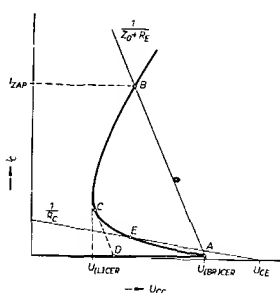
a maximální dosažitelný opakovací kmitočet $f_0 = 1/T$

$$T_{MIN} \doteq 3R_EC \quad (15),$$

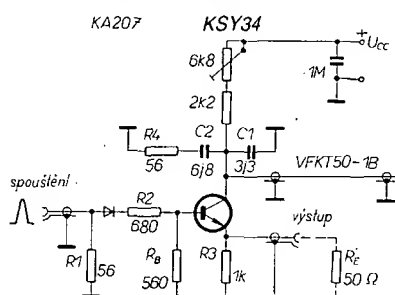
kde C je kapacita tvarovacího kabelu, která se nabíjí v době vypnutí tranzistoru ze zdroje U_{CC} přes odpor R_C (obr. 9). Odpor R_C volíme jen tak velký, aby se „kondenzátor“ z kabelu stačil nabít během doby $T - t_p$ na napětí U_{CE} , jinak se nežádoucím způsobem zmenšuje amplituda U_G výstupních impulsů. Nabíjecí odpor nelze ovšem zmenšovat libovolně, protože jinak se zvětšuje ztrátový výkon P_{VYP} tranzistoru během vypnutí nad dovolenou mez.

Volně kmitající lavinový generátor

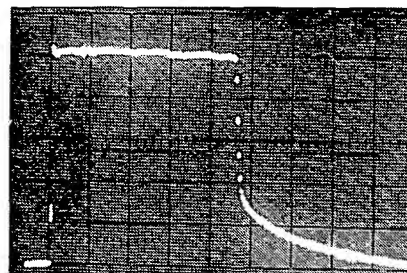
Volně kmitající generátor má pracovní cyklus podle obr. 11. Pracovní bod E generátoru je nestabilní, neboť je v záporné části charakteristiky, cyklus probíhá mezi



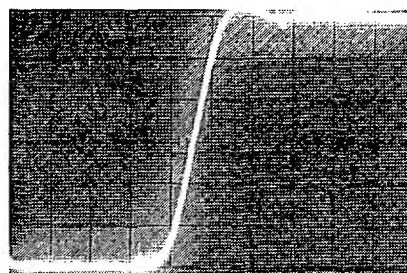
Obr. 11. Pracovní oblast volně kmitajícího lavinového generátoru



Obr. 12. Lavinový generátor kladných impulsů



Obr. 13. Oscilogram impulsu z generátoru na obr. 12. Tranzistor je KSY34 (vzorek 1), jehož charakteristika je na obr. 3, $X = 20$ ns/díl., $Y = 10$ V/díl., $U_G = 51$ V/50 Ω , $t_p = 94$ ns, délka kabelu je 10,05 m



Obr. 14. Čelo impulsu z obr. 13, $t_r = 0,55$ ns, $X = 0,5$ ns/díl., $Y = 8,5$ V/díl.

body A-B-C-D. Opakovací kmitočet f_0 impulsů je určen především odporem R_C (obr. 9) a kapacitou tvarovacího kabelu C

$$T = 1/f_0 = R_EC \ln \left(\frac{U_{CE} - U_{(L)CER}}{U_{CE} - U_{(B)CER}} \right) \quad (16).$$

Kolektorový proud během impulsu je

$$I_{ZAP} = \frac{U_{(B)CER} - U_{(L)CER}}{R_E + Z_0 + r_{bb}} \quad (17)$$

a tranzistorem rozptýlený výkon

$$P_{ZAP} = U_{(L)CER}I_{ZAP} \doteq U_{(L)CER} \left(\frac{U_{(B)CER} - U_{(L)CER}}{R_E + Z_0} \right) \quad (18).$$

Střední výkon lze určit obdobně jako u spouštěného generátoru

$$P_{STR} = t_p P_{ZAP}/T \quad (19).$$

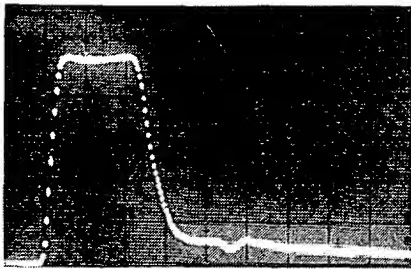
Dosadíme-li za T z výrazu (16) a za P_{ZAP} výraz (18)

$$P_{STR} = \frac{t_p U_{(L)CER} \left(\frac{U_{(B)CER} - U_{(L)CER}}{R_E + Z_0} \right)}{R_EC \ln \left(\frac{U_{CE} - U_{(L)CER}}{U_{CE} - U_{(B)CER}} \right)} \quad (20).$$

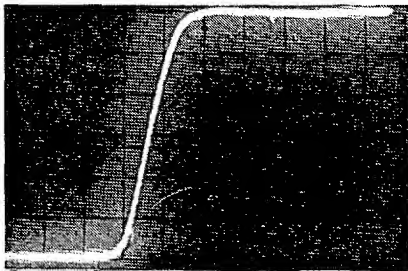
Střední výkon volně kmitajícího lavinového generátoru nezávisí na délce tvarovacího kabelu. Pro použitý kabel nebo tvarovací linku je podíl t_p/C konstantní, a to bez ohledu na délku linky.

Vlastnosti lavinového generátoru

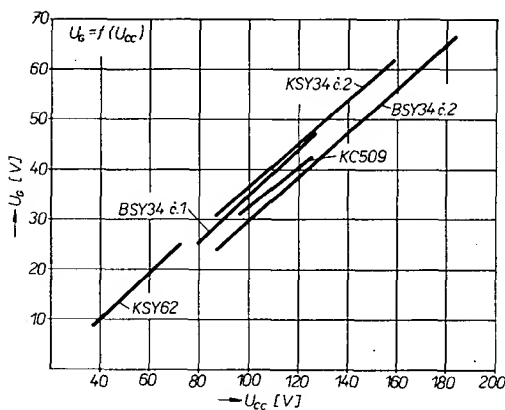
Zapojení lavinového generátoru kladných impulsů je na obr. 12. Impuls je tvarován miniaturním souosým kabelem VFKT 50-1B. Na obr. 13 je oscilogram výstupního impulsu na zátěži 50 Ω . Tranzistor je typu KSY34 (vzorek 1), jehož napětí $U_{(B)CER} = 145$ V a $U_{(L)CER} = 40$ V. Délka linky je 10,05 m, výstupní impuls má délku 94 ns, čelo 0,55 ns, amplitudu 50 V a výkon v impulsu je 50 W. Oscilogram čela impulsu je na obr. 14. Tranzistor je



Obr. 15. Oscilogram impulsu z generátoru na obr. 13, tranzistor KSY34 (vzorek 1), tvarovací kabel VFKT 50-1B délky 0,55 m. $X = 2 \text{ ns/díl.}$, $Y = 10 \text{ V/díl.}$, $U_G = 50 \text{ V/50 } \Omega$, $t_p = 5,2 \text{ ns}$

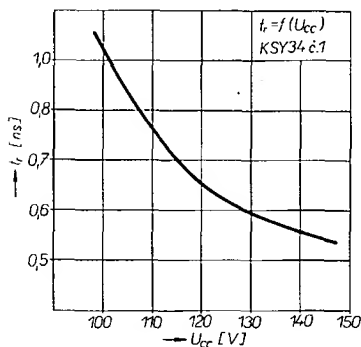


Obr. 16. Oscilogram čela impulsu z obr. 15. $X = 0,5 \text{ ns/díl.}$, $Y = 8,5 \text{ V/díl.}$, $t_r = 0,55 \text{ ns}$



Obr. 19. Závislost zpoždění t_{zs} výstupního impulsu za spouštěcím impulsem na napájecím napětí U_{cc} . Spouštěcí impuls je dlouhý 100 ns a jeho amplituda je $U_s = 3 \text{ V}$

Obr. 17. Závislost amplitudy výstupních impulsů I_G na napájecím napětí U_{cc}

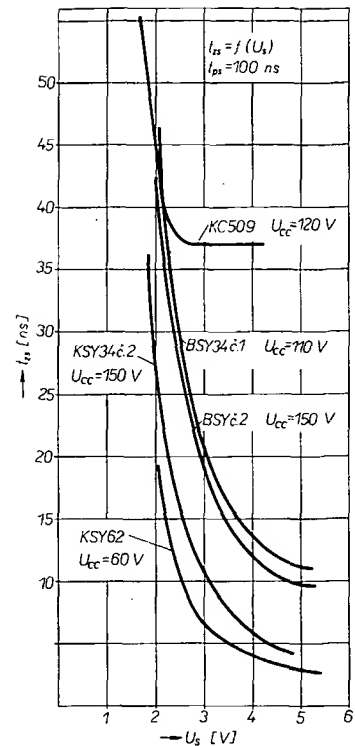


Obr. 18. Závislost délky čela impulsu t_r na napájecím napětí (tranzistor KSY34 č. 1)

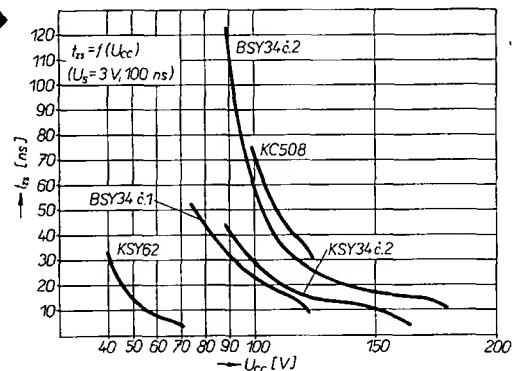
spouštěn impulsem délky $t_{ps} = 30 \text{ ns}$ o amplitudě $U_s = 3 \text{ V}$, opakovací kmitočet je 20 kHz a perioda $T = 50 \mu\text{s}$. Podle vztahů (10) až (13) určíme výkon při zapnutí, dodejme, že odpor $R_C = 5 \text{ k}\Omega$, $U_A = 140 \text{ V}$, $U_{CE} = 145 \text{ V}$; podle (10) $P_{ZAP} = ((140 - 40)/(50 + 50)) \cdot 40 = 40 \text{ W}$, výkon v době vypnutí podle (11) $P_{VYP} = ((145 - 140)/5000) \cdot 140 =$

$= 0,14 \text{ W}$
a střední výkon podle (12) $P_{STR} = ((94 \cdot 10^{-9}/50 \cdot 10^{-6}) \cdot 40) + 0,14 = 0,215 \text{ W}$. Průběhy napětí v důležitých bodech generátoru jsou na obr. 10. Příklad krátkého impulsu z téhož generátoru je na obr. 15, čelo tohoto impulsu je na obr. 16. Délka tvarovacího kabelu je $0,55 \text{ m}$, délka impulsu $5,2 \text{ ns}$, čelo $0,55 \text{ ns}$. Odpor R_3 zlepšuje přizpůsobení zátěže k tvarovací lince (vliv odporu r'_{bb}). Součástky C_1 , C_2 a R_4 výrazně zkracují čelo impulsu (až o 50 %) a zlepšují jeho tvar. Jsou to členy, kompenzující připojení tvarovacího kabelu ke kolektoru tranzistoru. Jejich hodnotu je nevhodnější určit experimentálně. Kondenzátory C_1 a C_2 musíme dimenzovat na napětí U_{cc} , obvykle vystačíme s kondenzátory na 250 V .

Amplituda výstupních impulsů závisí lineárně na napájecím napětí – obr. 17. U většiny měřených tranzistorů má tato závislost shodnou směrnici. V praxi volíme napájecí napětí co nejblíže průraznému napětí $U_{(BR)CER}$, obr. 8. Tvar výstupních impulsů je pak nejpříznivější a zejména je kratší jejich čelo. Závislost doby trvání čela impulsu na napájecím napětí je na obr. 18. Se zmenšujícím se napájecím napětím U_{cc} se čelo impulsu prodlužuje. Není tedy příliš výhodné regulovat amplitudu výstupních impulsů změnou napájecího napětí, a to nejen pro nevhodnou závislost $t_r = f(U_{cc})$, ale také proto, že mezi čelem spouštěcího a čelem výstupního



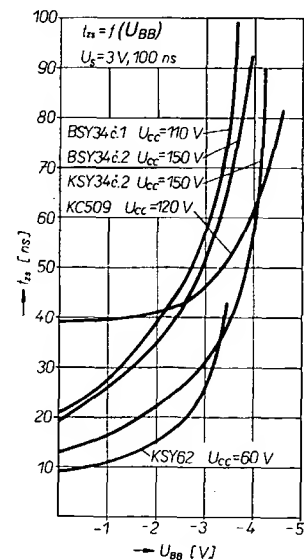
Obr. 20. Závislost zpoždění t_{zs} na amplitudě U_s spouštěcích impulsů. Délka spouštěcích impulsů je 100 ns



impulsu je jisté zpoždění t_{zs} (obr. 10), které je výrazně závislé na pracovních podmínkách lavinového generátoru. Zpoždění t_{zs} se zmenšuje se zvětšujícím se napětím U_{cc} (obr. 19), rovněž i se zvětšujícím se amplitudou U_s spouštěcích impulsů (obr. 20).

Řada autorů doporučuje provozovat lavinové tranzistory se záporným (pro tranzistor n-p-n) předpětím (např. [3], [5], [6], [7], [8]) nebo kladným předpětím ([1], [5], [9]) na bázi s tím, že tak lze dosáhnout lepšího tvaru impulsu, nebo výhodnějšího pracovního režimu. U lavinových generátorů s tranzistory podle tab. 3 bylo však zjištěno, že nejlépe pracují bez předpětí na bázi. Předpětí U_{BB} navíc ovlivňuje zpoždění t_{zs} . Závislost zpoždění t_{zs} na předpětí báze je na obr. 21. Zpoždění výstupního impulsu za spouštěcím impulsem se zvětšuje při zvětšujícím se záporném předpětí U_{BB} .

Pro spolehlivé spouštění lavinového generátoru postačí napětí U_s řádu jednotek voltů (proud báze je řádu mA). Generátor lze spouštět i pomocí obvodů TTL. Délka spouštěcích impulsů stačí řádu jednotek ns, čím je však spouštěcí impuls kratší, tím větší je amplituda U_s spouštěcích impulsů, obr. 22.



Obr. 21. Závislost zpoždění t_{zs} na záporném předpětí báze (U_{BB}). Spouštěcí impuls je 100 ns , 3 V

Doposud jsme uvažovali spouštění lavinového generátoru impulsy, přiváděnými na bázi tranzistoru (zvětšení proudu I_B). Lavinový generátor lze však spouštět také zvětšením kolektorového napětí z napětí U_A na $U_{(BR)CES}$, obr. 2. To je technicky poněkud náročnější, a to zejména proto, že je třeba spouštěcí impulsy přivádět do místa s poměrně velkým napětím a také jejich amplituda musí být dostatečně velká (řádu desítek V). V některých aplikacích však může být tento způsob spouštění výhodný.

Generátor záporných impulsů

K získání záporných impulsů nejsou v zapojení podle obr. 12 dostupné vhodné tranzistory typu p-n-p. Úpravou zapojení podle obr. 23 lze však získat generátor záporných impulsů s jen poněkud horšími parametry, než jaké má generátor kladných impulsů. Emitor lavinového tranzistoru je uzemněn a výstupní impulsy se odebírají mezi zemí a stíněním nezemněného tvarovacího kabelu. V zapojení se nepříznivě uplatňuje rozptylová kapacita kabelu, čelo impulsu je na zátěži 50 Ω asi 1 ns. Kapacita C1 zlepšuje tvar čela impulsu.

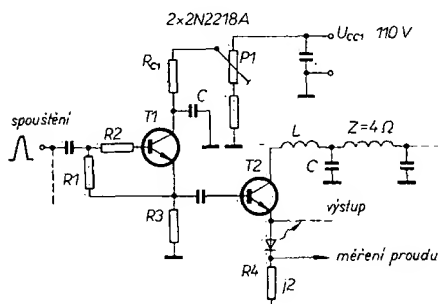
Lepší vlastnosti má zapojení podle obr. 24, kde je funkce emitoru a kolektoru (vzhledem k obr. 12) prohozena. Dosažené čelo impulsu je asi 0,6 ns. Výstupní impulsy mají zhruba stejnou amplitudu, jako u generátoru kladných impulsů podle obr. 12. Součástky C1, C2 a R4 tvarově zlepšují a zkracují čelo impulsu. Oddělovací kondenzátor C3 musí být dimenzován na plné napětí zdroje $-U_{EE}$. Zdroj spouštěcích impulsů můžeme od obvodů generátoru stejnosměrně oddělit transformátorem Tr1 – obr. 25. Obě vinutí transformátoru jsou zkrácena z drátu o \varnothing 0,2 mm a tvoří je 50 závitů na toroidu o \varnothing 10/6 \times 4 mm z feritového materiálu NO2.

Větší výstupní proud

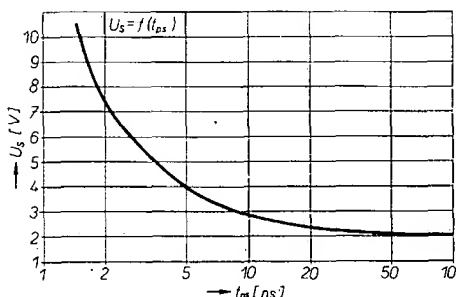
Chceme-li dosáhnout většího výstupního proudu do zátěže, zvolíme tvarovací linku s menší impedancí a tím také menší zatěžovací odpor R_E . Menší impedance tvarovací linky dosáhneme paralelním řazením stejně dlouhých úseků tvarovacího kabelu. To je reálné zhruba do 10 Ω (při použití tvarovacího kabelu 50 Ω zapojíme do kolektoru pět paralelních úseků kabelu). Při dalším zmenšování impedance tvarovací linky se příliš uplatňuje odpor báze a zvětšují se ztráty v rozptylové lince.

V zapojení na obr. 12 byly použity dva kusy kabelu VFKT 50-1B o délce 7,5 m. Získaný impuls měl délku 70 ns a tvar shodný s tvarem na obr. 13 ($t_r = 0,55$ ns). Amplituda U_G na zátěži 19 Ω byla 38 V a výstupní proud 2 A. Ke kompenzačním členům v kolektoru tranzistoru byl přidán sériový obvod 10 pF a 10 Ω .

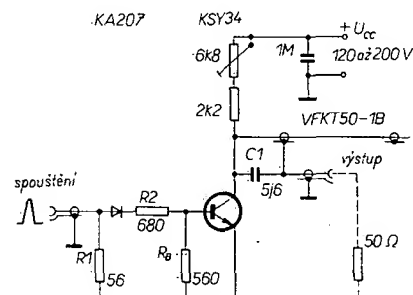
K dosažení velkých výstupních proudů (až 40 A) se radí lavinové generátory



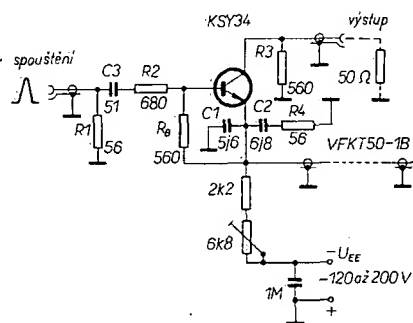
Obr. 26. Jeden ze čtyř paralelně zapojených lavinových generátorů pro větší výstupní proud (až 40 A)



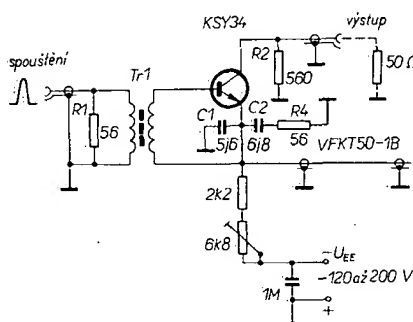
Obr. 22. Závislost amplitudy spouštěcích impulsů U_s na jejich délce t_{ps} , tranzistor KSY34



Obr. 23. Lavinový generátor záporných impulsů, výstupní impuls se odebírá mezi stíněním tvarovacího kabelu a zemí



Obr. 24. Lavinový generátor záporných impulsů



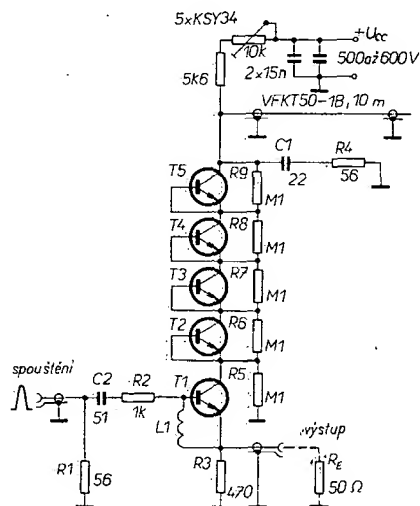
Obr. 25. Lavinový generátor záporných impulsů se spouštěcím transformátorem

paralelně ([2], [5], str. 165). Aby se proudy rozdělily rovnoměrně, musí mít každý generátor vlastní tvarovací linku a vlastní napájecí odpor R_C . Toto uspořádání však naráží na problém současného spouštění všech tranzistorů. Závislost zpoždění t_{zs} výstupního impulsu za spouštěcím impulsem na pracovních podmínkách je navíc i u tranzistorů téhož typu rozdílná (obr. 19 až 21). Proto je nutné přivádět spouštěcí impulsy k jednotlivým tranzistorům přes zpožďovací členy nastavené tak, aby výsledné zpoždění t_{zs} bylo u všech lavinových tranzistorů stejné. Podle [2] lze ke spouštění využít lavinových tranzistorů, jejichž zpoždění t_{zs} se mění s napájecím napětím U_{CC} (obr. 23). Jeden ze čtyř paralelně zapojených lavinových generátorů je na obr. 26. Každý z tranzistorů T2 má svůj spouštěcí tranzistor T1. Zpoždění t_{zs} spouštěcího tranzistoru se nastavuje potenciometrem P1. Výstupní impuls se odebírá z emitoru tranzistorů T2, má čelo 20 ns a je dlouhý 200 ns. Výstupní proud prochází polovodičovým laserem a je až 40 A. S odporovou zátěží je čelo impulsu 4 ns.

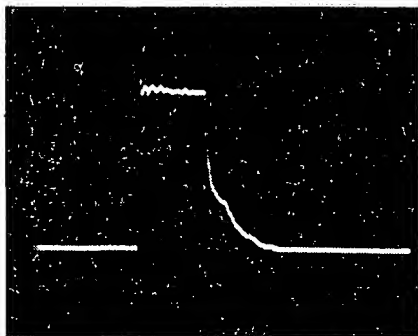
Větší amplituda impulsu

Větší amplitudy impulsu lze dosáhnout řazením tranzistorů do série (až asi nad 50 V), literatura [2], [6]. Zapojení generátoru kladných impulsů s amplitudou větší než 200 V je na obr. 27. Tranzistor T1 je spouštěn impulsem, přiváděnými do báze. Tranzistory T2 až T5 jsou spouštěny v kolektoru napětovou vlnou, vyvolanou tranzistorem T1. Odpory R5 až R9 zajišťují rovnoměrné rozdělení napájecího napětí U_{CC} na všech tranzistorech. Napájecí napětí je zvoleno menší, než je součet průrazných napětí $U_{(BR)CES}$ všech tranzistorů. Sériová kombinace C1R4 zlepšuje tvar čela impulsu. Indukčnost L1 zajišťuje ss zkrat báze-emitor tranzistoru T1 a tím jeho bezpečnější činnost, neboť $U_{(BR)CES} > U_{(BR)CEO}$. Ve vzorku generátoru byla L1 navinuta 50 závitů drátu o \varnothing 0,2 mm CuS na dvou k sobě přiložených toroidních jádrech o \varnothing 12,5/7,5 \times 5 mm z materiálu NO5. Výstupní impuls je na obr. 28, jeho amplituda je 210 V a délka 94 ns. (Byl použit stejný tvarovací kabel, jako u generátoru na obr. 12.) Čelo impulsu je na obr. 29, jeho délka je 1,4 ns.

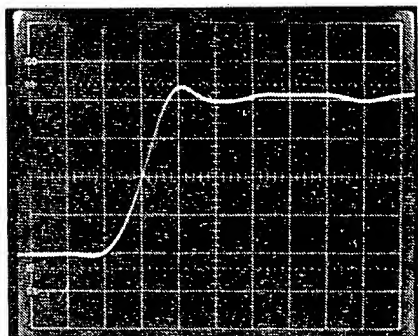
Generátor záporných impulsů s amplitudou větší než -200 V je na obr. 30. Je to obdoba jednosměrného generátoru z obr. 25. Tranzistor T1 je spouštěn do



Obr. 27. Lavinový generátor kladných impulsů s amplitudou větší než 200 V

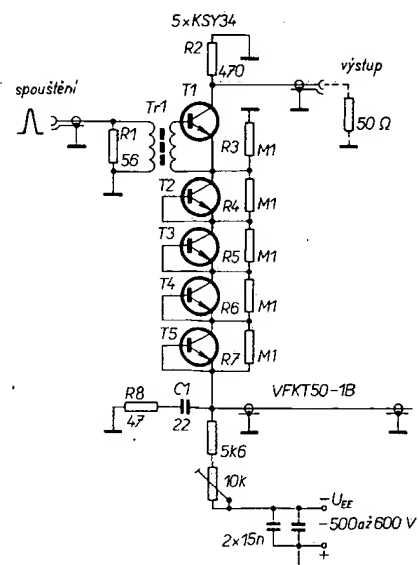


Obr. 28. Výstupní impuls generátoru z obr. 26. $X = 50 \text{ ns/díl.}$, $Y = 50 \text{ V/díl.}$, $t_p = 94 \text{ ns}$, $U_G = 210 \text{ V}$

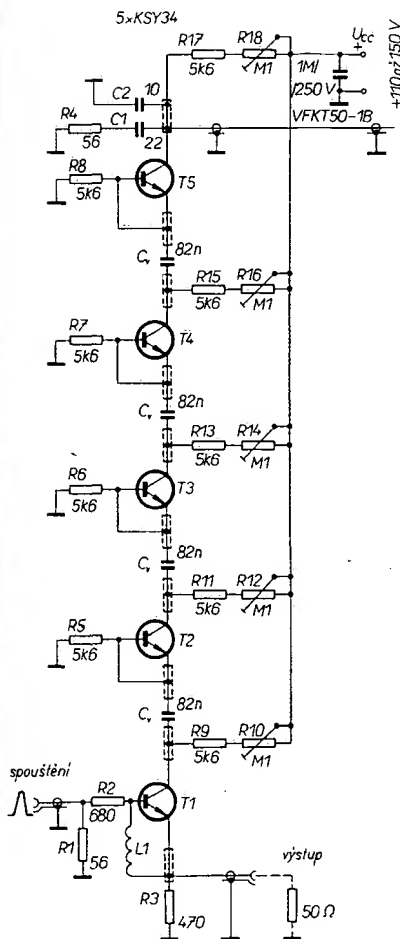


Obr. 29. Čelo impulsu generátoru z obr. 26. $Y = 50 \text{ V/díl.}$, $X = 2 \text{ ns/díl.}$, impuls byl snímán osciloskopem s odezvou $t_{ro} = 2,4 \text{ ns}$, změřená délka čela $t_{rm} = 2,8 \text{ ns}$, skutečná délka čela $t_r = \sqrt{t_{rm}^2 - t_{ro}^2} = \sqrt{2,8^2 - 2,4^2} = 1,4 \text{ ns}$

báze přes toroidní transformátořek shodný s Tr1 na obr. 25. Generátory na obr. 27 a obr. 30 pracují s tranzistory zapojenými v sérii a jsou i sériově napájeny ze zdroje U_{cc} či $-U_{EE}$, takže vyžadují poměrně velké napájecí napětí, v daném případě až 600 V. Pokud nepožadujeme impulsy pravoúhlého tvaru (s rovným temenem impulsu), můžeme zvolit takové zapojení generátoru, u něhož jsou tranzistory napájeny ze ss zdroje paralelně a v lavinovém režimu jsou zapojeny sériově [2], [6], [12]. Příklad takového zapojení je na obr. 31. Spouštěcí impulsy jsou přiváděny na bázi tranzistoru T1. Tlumička L1 zajišťuje



Obr. 30. Lavinový generátor záporných impulsů s amplitudou větší než -200 V



Obr. 31. Lavinový generátor kladných impulsů amplitudy až 200 V s paralelním ss napájením

ss zkrat báze-emitor (je stejná jako na obr. 27). Vazební kondenzátory C_v propojují lavinové tranzistory do série. Dimenzujeme je tak, aby přenesly impuls z tvarovacího kabelu do zátěže nezkrasleně. Pro pokles temene impulsu menší než 10 % stanovíme kapacitu kondenzátoru C_v z náhradního obvodu generátoru na obr. 32 z podmínky

$$\tau = R_E \frac{C_v}{n} \cong 10t_p \quad (21),$$

kde t_p je délka impulsu (určená délkou tvarovacího kabelu),

R_E zatěžovací odpor a n počet vazebních/kondenzátorů C_v (v našem případě je $n = 4$).

Předpokládáme také, že $R_C \gg R_E$. Generátor dodává do zátěže 50Ω kladné impulsy s amplitudou 180 až 200 V a s čelem kratším než 2 ns .

Popsané několikastupňové generátory (obr. 27, 30 a 31) se někdy při požadavku velmi krátkého čela impulsu řeší pomocí páskového vedení s impedancí rovnou impedanci tvarovacího kabelu. V obr. 31 jsou úseky páskového vedení naznačeny jako čárkované obdélníky, do nichž se připojují jednotlivé součástky. „Zemí“ tohoto vedení je pokovená druhá strana desky s plošnými spoji generátoru [12].

Vyšší opakovací kmitočet

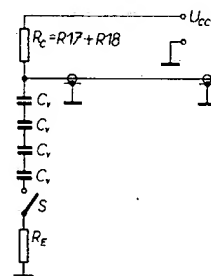
Maximální opakovací kmitočet nespouštěného lavinového generátoru je určen odporem R_c a celkovou kapacitou tvarovací linky (k ní je třeba přičíst kapaci-

ty C_1 a C_2 , viz obr. 12, 24 a 25), a to vztahem (15). Opakovací kmitočet lze při dané délce impulsu zvýšit zmenšením nabíjecího odporu R_c , ovšem jen tak, aby se lavinový tranzistor nedostal do oblasti velkých proudů a nezničil se. V praxi lze odpor R_c volit až asi do $1 \text{ k}\Omega$. Zvětšit nabíjecí proud v době, kdy je tranzistor uzavřen, umožňuje zapojení na obr. 33. Lavinový tranzistor T1 má tvarovací kabel připojen přes pomocný tranzistor T2, který je v době mezi impulsy otevřen pomocí odporu R_c . Po dobu, po níž je T1 v lavinové oblasti, a tedy zcela otevřen, odebírá z nabitého tvarovacího kabelu velký proud, rovný proudu do I_{ZAP} do zátěže. Tento proud vyvolá na diodě D2 úbytek napětí, který uzavře pomocný tranzistor T2. Po skončení výstupního impulsu se tranzistor T2 opět otevře a zajistí rychlé nabíjení tvarovacího kabelu [2], [6]. Dioda D2 musí mít malou indukčnost a malý odpor v propustném směru (řádu jednotek Ω). Tranzistor T2 zvolíme se závěrným napětím větším, než je napájecí napětí U_{cc} a s co nejkratší dobou zapnutí.

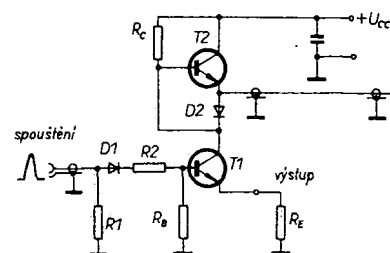
Generátor s proměnnou délkou impulsu

Impulsy několika pevně nastavených délek dodává generátor podle obr. 34. Má tři tvarovací kabely různých délek, které se ke kolektoru lavinového tranzistoru připojují koaxiálním přepínačem. Délku impulsu v první poloze přepínače určuje elektrická délka spoje kolektor – přepínač. Uvedené délky kabelů jsou pouze přibližné. Jednotlivé délky impulsů lze nastavit velmi přesně v závislosti na délkách tvarovacích kabelů. Generátor však vyžaduje použití poměrně náročnou součástku – koaxiální přepínač.

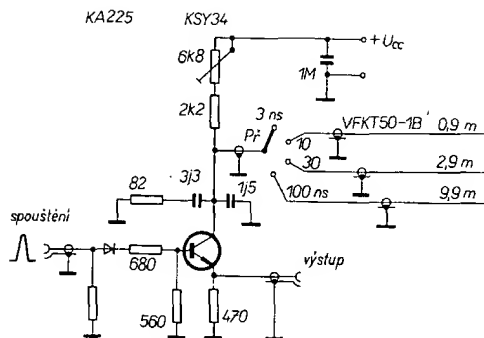
Plynule proměnnou délku impulsu získáme v zapojení podle obr. 35 ([14], [11]). Lavinový tranzistor T1 je vypínán ve volitelném okamžiku druhým lavinovým tranzistorem T2. Ve stejném okamžiku přicházejí spouštěcí impulsy do bodu A. Impuls „start“ spouští tranzistor T1 a je zpožděn v pevně nastaveném zpožďovacím obvodu o dobu t_1 . V našem příkladu je



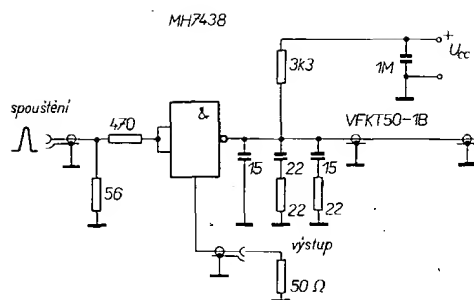
Obr. 32. Náhradní schéma generátoru z obr. 31. Spínač S nahrazuje lavinové tranzistory



Obr. 33. Lavinový generátor s pomocným tranzistorem T2 pro zvýšení opakovacího kmitočtu

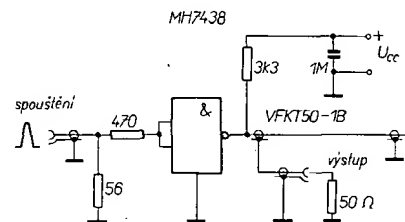
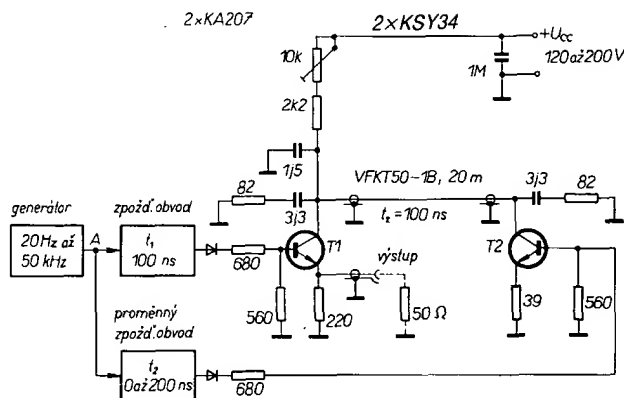


Obr. 34. Lavinový generátor s výstupním impulsem dlouhým 3, 10, 30 a 100 ns



Obr. 36. Lavinový generátor kladných impulsů s MH7438

Obr. 35. Lavinový generátor s plynule proměnnou délkou impulsu



Obr. 37. Lavinový generátor záporných impulsů s MH7438

ze soustředěných parametrů L , C) s otevřeným koncem obecně platí

$$t_p = 2t_z \quad (25)$$

$$t_z = \frac{l\sqrt{\epsilon\mu}}{c} \quad (26)$$

t_z je zpoždění linky, ϵ a μ jsou konstanty dielektrika, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, l je délka vedení. Koaxiální (souosé) vedení se vzduchovým dielektrikem má zpoždění

$$t_z = \frac{l}{3 \cdot 10^8} \quad (27)$$

a vedení s teflonovým dielektrikem (např. kabel VFKT50-1B)

$$t_z = \frac{l\sqrt{2,1}}{3 \cdot 10^8} = 4,83 \cdot 10^{-9} / \quad (28)$$

Impuls délky 10 ns dodá generátor s tvarovacím kabelem se $Z_0 = 50 \Omega$ typu VFKT50-1B o délce 107 cm (nové značení VBPAM50-1,5).

VKFP260 94 cm (VCEDM50-2,95), VKFP381 93 cm (VLEOY50-7,25).

Lavinové generátory jsou vhodné především ke generování krátkých impulsů, zhruba do 100 ns. Při použití delších tvarovacích impulsů se prodlužuje doba potřebná k jejich nabití a snižuje se nejvyšší dosažitelný opakovací kmitočet. Ještě důležitější však je, že po dobu sepnutí v lavinovém režimu prochází tranzistorem velký proud (řádu jednotek ampérů), který zahřívá přechody tranzistoru. Zvolíme-li příliš dlouhou dobu trvání impulsu, zvyšuje se teplota systému tranzistoru tak, že dojde k nevrátnému průrazu a tranzistor se zničí. U tranzistoru typu KSY34 byla experimentálně ověřena maximální bezpečná délka impulsů 500 ns.

Regulace amplitudy impulsu

Amplitudu výstupních impulsů lavinového generátoru lze v malém rozmezí měnit změnou napájecího napětí (obr. 17). V odstavci Vlastnosti lavinového generátoru jsme se však seznámili s negativními důsledky takové regulace (prodloužení čela impulsu, změna zpoždění mezi

Integrovaný obvod TTL jako lavinový generátor

Výstupní tranzistory některých obvodů TTL s otevřeným kolektorem pracují spolehlivě v lavinové oblasti. Tyto tranzistory mají poměrně velké průrazné napětí $U_{(BR)CER}$, téměř 50 V (viz tab. 4). Údaje byly získány měřením souboru 30 kusů různých obvodů TTL s otevřeným kolektorem (TESLA). Obvody UCY7407 polské výroby vykazovaly menší průrazné napětí, asi do 30 V a v lavinovém režimu poskytovaly impulsy nepřilíší pěkného tvaru s relativně dlouhým čelem až několik ns.

Schéma generátoru kladných impulsů je na obr. 36. Výstupní impulsy z obvodů MH7403, 7405 a 7438 měly amplitudu až 11 V na zátěži 50Ω a čelo dlouhé průměrně 1,6 ns (tab. 4). Příklad generátoru záporných impulsů je na obr. 37. Čelo výstupních impulsů bylo poněkud delší až 5 ns. Spouštěcí impuls projde na bázi výstupního tranzistoru přes přechody předchozích tranzistorů; připojovat napájecí napětí 5 V na obvody není nutné.

Přestože výsledky dosažené s obvody TTL jsou poměrně příznivé, je vhodnější pro lavinové generátory používat tranzistory.

Tab. 4. Vlastnosti číslicových IO použitelných pro lavinové generátory

Integrovaný obvod	$U_{(BR)CER}$ [V]	U_G [V]	t_r [ns]
MH7403	30 až 47	8 až 11	1,1 až 2,7
MH7405	35 až 42	8 až 11	1,4 až 3,7
MH7438	28 až 43	8,5 až 11	1,1 až 1,7

Délka impulsu

Pro délku impulsu t_p z generátoru s tvarovacím kabelem (popř. tvarovací linkou

$t_1 = 100$ ns. Impuls „stop“ spouští tranzistor T2, na jehož bázi je přiveden přes proměnný zpožďovací obvod se zpožděním t_2 ($t_2 = 0$ až 200 ns). Nastavíme-li zpoždění $t_2 = 0$, bude tranzistor T1 spuštěn o dobu $t_1 = 100$ ns později než tranzistor T2. Čelo impulsu T2 však dospěje tvarovacím kabelem na kolektor tranzistoru T1 za dobu $t_2 = 100$ ns a vypne tranzistor T1 v téměř okamžiku, kdy byl impulsem „start“ zapnut. Na výstupu se žádný impuls neobjeví. Bude-li doba zpoždění $t_2 = t_1 = 100$ ns, budou tranzistory T1 a T2 spuštěny současně. Čelo impulsu tranzistoru T2 dorazí na kolektor tranzistoru T1 za dobu $t_2 = 100$ ns a vypne ho. Na výstupu se objeví impuls délky $t_p = 100$ ns. Druhý mezní případ nastane pro zpoždění $t_2 = 200$ ns. Tranzistor T2 je zapnut o dobu $t_2 - t_1 = 100$ ns později, než tranzistor T1. Čelo impulsu od kolektoru tranzistoru T2 dospěje ke kolektoru T1 tvarovacím kabelem zpožděno o $t_2 = 100$ ns a vypne ho za dobu $t_2 + t_1 = 200$ ns. Na výstupu bude impuls o délce $t_p = 200$ ns. Pro délku výstupního impulsu platí

$$t_p = t_2 + t_2 - t_1 \quad (22)$$

Impuls delší než $t_p = 2t_2$ nelze získat

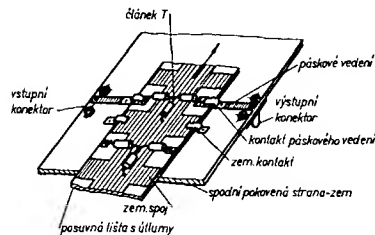
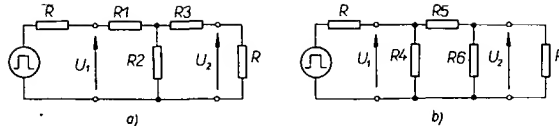
$$t_p \leq 2t_2 \quad (23)$$

Má-li být vypnut T1 tranzistorem T2, což výrazně zkrátí tyl výstupního impulsu, musí být zpoždění

$$t_1 > t_2 \quad (24)$$

V praxi se proto volí doby t_1 , t_2 a t_3 tak, aby se překrývaly, např. $t_2 = 100$ ns, $t_1 = 110$ ns, $t_3 = 10$ až 210 ns ($t_2 = 0$ nelze realizovat). Generátor z obr. 35 dodává impulsy 0 až 200 ns, které mají čelo 0,8 ns, tyl 1 ns a amplitudu 50 V/50 Ω . Spouštěcí generátor a zpožďovací obvody byly postaveny z hradel MH7400.

Obr. 38. Útlumové články nesymetrický tvaru T (a) a nesymetrický tvaru II



Obr. 39. Útlumové články přepínané posuvem lišty z kuprexitu

čelem spouštěcího a výstupního impulsu). Amplitudu impulsu měníme raději skokově zařazováním útlumových článků tvaru T nebo II. Zapojení nesymetrického článku tvaru T a II si připomeneme obrázkem 38. Pro náš případ platí obvykle, že vstupní impedance R_v článku je rovna výstupní impedanci R_z a rovněž rovna charakteristické impedanci Z_0 tvarovacího kabelu nebo linky, sestavené z cívek a kondenzátorů [13]. Platí-li

$$R_v = R_z = R = Z_0 \quad (29)$$

$$A = U_2/U_1 \quad (30),$$

jsou odpory tvořící články

$$R1 = R3 = R(1 - A/1 + A) \quad (31)$$

$$R2 = R(2A/1 - A^2) \quad (32)$$

$$R4 = R6 = R(1 + A/1 - A) \quad (33)$$

$$R5 = R(1 - A^2/2A) \quad (34).$$

Pro správnou funkci článků je nezbytné, aby jejich vstup i výstup byly zatíženy odporem $R = Z_0$ (viz obr. 38). V tab. 5 jsou uvedeny odpory $R1, R2, R4$ a $R5$ pro zátěž $R = Z_0 = 50 \Omega$ a zeslabení 0 až 20 dB.

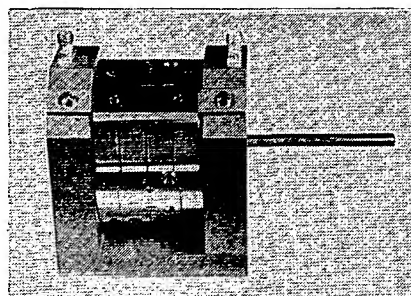
Útlumové články sestavíme z odporů typu TR 112a (TR 212). Odpory nastavíme přesně dopilováním jemným pilníkem (při kontrole odporovým můstkem). Obvykle postačí přesnost na tři místa. Upravené odpory zakapeme nitrocelulózovým la-

kem (např. C2001). Odpory uvedených typů lze použít především proto, že mezi jednotlivými hodnotami (vždy volíme nejbližší nižší, než jsou požadované) lze najít odpory bez drážek. Ke konstrukci lze použít i odpory typu TR 191, které se vyrábějí v řadách E48 a E96, takže je není nutno upravovat. Nejmenší odpor, vyráběný v řadách E48 a E96, je $51,1 \Omega$. Odpory můžeme řadit paralelně, používáme však maximálně dva až tři odpory navzájem blízkých hodnot, z nichž pak stačí nastavit (upravit pilováním) jen jeden jediný (typu TR 112a).

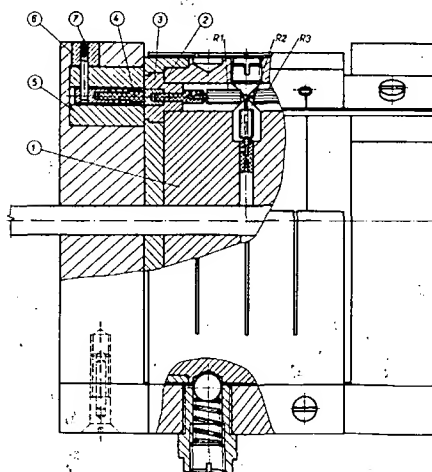
Odpory útlumových článků pájíme s maximální délkou vývodů asi 2 až 3 mm. Zeslabení většího než 20 dB dosáhneme dvěma útlumovými články v sérii. Vyhne-me se tak použití odporů řádu několika set Ω , které jsou mnohem více kmitočtové závislé, než odpory menších hodnot.

Dále uvedené příklady přepínatelných útlumových článků ukazují, že jde o poměrně náročné součásti: jednodušší konstrukce proměnného útlumového článku je na obr. 39. Jednotlivé útlumové články jsou uspořádány na posuvné destičce z kuprexitu. Posuvem destičky vůči pevné desce s plošnými spoji se vstupním a výstupním konektorem a třecími kontakty volíme potřebný útlum. (Vedení posuvné lišty a její aretace nejsou zakresleny.) Toto nouzové řešení dovoluje volit dva až čtyři útlumy. Pro větší počet útlumů by byla posuvná lišta příliš dlouhá.

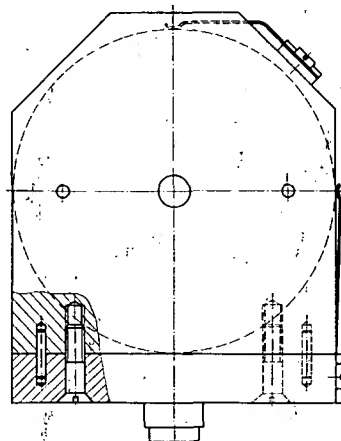
Odpory útlumových článků na obr. 40 jsou umístěny v komůrkách otočného bubnu 1. Podélné odpory $R1$ a $R3$ článku



Obr. 41. Přepínatelný útlum z obr. 40



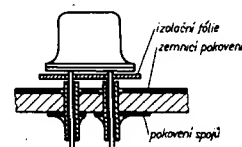
Obr. 40. Příklad provedení přepínatelného útlumu – částečný řez



tvaru T tvoří vnitřní vodič sousedního vedení. Na čelech bubnu jsou vývody středních vodičů 2, na které se přitlačují kontakty 4 středních vodičů nepohyblivé části. Izolační opěrné díly vedení 3, 5, 6 jsou z teflonu. V každé z 12 poloh je přepínač aretován kuličkou 7. Vnější vzhled proměnného útlumu je na obr. 41. Byl postaven pro zeslabení 0 až 11 dB a přenáší bez tvarového zkreslení impulsy s čelem 0,2 ns.

Poznámky ke konstrukci

Stavba lavinových generátorů vyžaduje použití miniaturní součástky s přívody dlouhými maximálně čtyři mm, obdobně jako v technice VKV, popř. UKV. Výhodné je používat oboustrannou desku s plošnými spoji, jejíž jedna strana je celá pokovená a slouží jako zem. Rozptylové indukčnosti součástek se zmenší zejména zkrácením jejich zemních přívodů. V místech průchodu vývodů součástek deskou s plošnými spoji se pokovené místo odleptá ve formě bodů o \varnothing asi 2 mm. Přívody lavinového tranzistoru musí být maximálně 4 mm dlouhé. Osvědčilo se použít objímku z trubičky trubičkových per č. 5, vpájených do desky s plošnými spoji (obr. 42), do nichž se tranzistor zasune. Výstupní spoj může být ve formě nesymetrického páskového vedení s impedancí rovnou charakteristické impedanci tvarovacího kabelu. Na obr. 31 je jako páskové vedení zhotoveno zapojení větší části generátoru. Výstupní spoj zakončíme miniaturním konektorem, např. typu OSM nebo konektorem 3,3/1 typ 12TGL200-8080, 50-0-X1 (výrobek NDR). Stejným konektorem připojíme i tvarovací kabel. Výstupní tvarovací kabel lze v nouzi v desce s plošnými spoji připájet tak, aby rozpletená část vnějšího vodiče i vnitřní vodič byly dlouhé pouze několik milimetrů. Výstupní impulsy vedeme



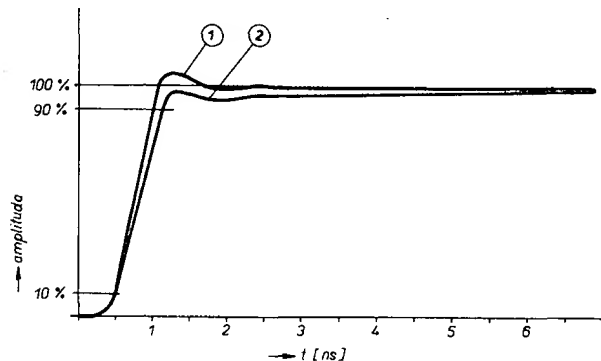
Obr. 42. Objímka lavinového tranzistoru

Tab. 5. Zeslabení a odpory pro útlumové články tvaru T a II pro zatěžovací odpor $R = Z_0 = 50 \Omega$

A [dB]	A	R1 [Ω]	R2 [Ω]	R3 [Ω]	R4 [Ω]
0	1	—	—	—	—
1	0,891	2,87	433,3	869,6	5,76
2	0,794	5,73	215,2	436,2	11,61
3	0,707	8,55	141,9	292,4	17,61
4	0,630	11,31	104,8	221,0	23,85
5	0,562	14,01	82,24	178,5	30,40
6	0,501	16,61	66,93	150,5	37,35
7	0,446	19,12	55,8	130,7	44,8
8	0,398	21,53	47,31	116,1	52,84
9	0,354	23,81	40,59	105,0	61,59
10	0,316	25,97	35,14	96,25	71,15
11	0,281	28,01	30,62	89,24	81,66
12	0,251	29,92	26,81	83,55	93,25
13	0,224	31,71	23,57	78,85	106,1
14	0,199	33,37	20,78	74,93	120,3
15	0,178	34,90	18,36	71,63	136,1
16	0,158	36,32	16,26	68,83	153,8
17	0,141	37,62	14,41	66,45	173,5
18	0,126	38,82	12,79	64,40	195,4
19	0,112	39,91	11,36	62,64	220,0
20	0,1	40,91	10,10	61,11	247,5

Tab. 6. Útlum některých čs. souosých kabelů

Kabel $Z_0 = 50 \Omega$ Staré označení	Nové označení	Vnější průměr [mm]	Izolace	Útlum 1 m kabelu	
				$f = 200 \text{ MHz}$ [dB]	$f = 1 \text{ GHz}$ [dB]
VFKP381	VLEOY50-7,25	10,3	polyetylen	0,097	0,27
VFKP260	VCEDM50-2,95	5	polyetylen	0,18	0,47
VFKT50-1B	VBPAM50-1,5	3	teflon	0,45	–



Obr. 43. Tvarové zkresení čela impulsu – 1 nezkresený výstupní impuls, 2 impuls po průchodu kabelem typu VFKT50-1B délky 1,5 m

z desky s plošnými spoji do místa určení zásadně souosým kabelem. Dbáme, aby byl tento spoj co nejkratší (maximálně 1 až 2 m), protože i souosý kabel s malým útlumem prodlužuje čelo impulsu. Např. čelo impulsu 0,5 ns se po průchodu kabelem dlouhým 1,5 m (VFKP260) prodlouží na 0,56 ns. Stejně dlouhý kabel VFKT50-1B prodlouží čelo impulsu na 0,65 ns a počátek temena impulsu se zmenší o 4 % (obr. 43). Útlum některých tuzemských kabelů je v tab. 6.

V [7] je popsáno koaxiální uspořádání lavinového generátoru s využitím koaxiálního přípravku 874-X General Radio. Generátor s tranzistorem 2N709 měl čelo impulsu 0,12 ns. S tranzistorem KSY34 bylo v téže přípravce dosaženo impulsu s čelem 0,4 ns a při pečlivě zhotovené desce s plošnými spoji bylo čelo impulsu 0,5 ns. Koaxiální úprava zapojení nepřinesla v daném experimentu významnější zisk.

Jako tvarovací linka je nejvýhodnější souosý kabel, a to jak z hlediska dosažení co nejkratšího čela impulsu, tak geometrických rozměrů, napěťové zatížitelnosti a jednoduchosti montáže. Dobře vyhoví kabel VFKT50 – 1B a pro náročnější aplikace kabel VFKP260. Tvarovací linku (v provedení se soustředěnými parametry, obvykle z indukčnosti a kapacit) použijeme zejména tehdy, požadujeme-li malou impedanci linky, $Z_0 \approx 10 \Omega$. Tvarovací linku je třeba realizovat z velkého počtu článků s malým zpožděním. Článek sestavený z malých kapacit (asi 10^2 pF) a indukčností (asi 10^2 nH) má sice malé

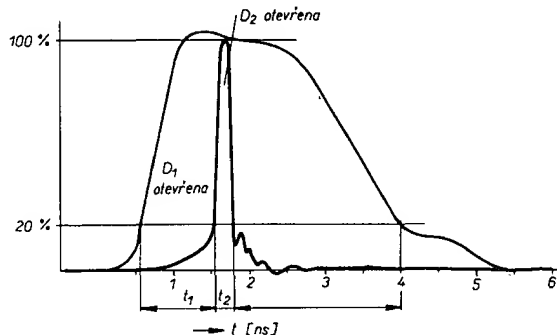
zpoždění, ale vyšší mezní kmitočty (potřebujeme až 10^3 MHz), nutný pro tvarování impulsu s čelem dlouhým jen zlomek ns. Podrobnosti o tvarovacích linkách a o jejich návrhu najde čtenář v [15].

Práce s lavinovými tranzistory nedovoluje příliš improvizovat, vyžaduje i pečlivou a promyšlenou montáž součástek. Trasa po níž procházejí impulsy, musí být sestavena z jakostních souosých konektorů a kabelů nebo páskových vedení a musí být impedančně přizpůsobena, aby se nezkrusoval tvar impulsu. K nastavení lavinových generátorů je třeba osciloskop se šířkou pásma alespoň 300 MHz, poměrně dobře vyhoví většina vzorkových osciloskopů, jejichž šířka pásma je obvykle $\approx 1 \text{ GHz}$.

Generátor jehlových impulsů

Zapojení na obr. 44 je příkladem použití lavinového generátoru, jehož výstupní impuls je dále tvarován mžikovými diodami. Výstupní impuls délky 2,5 ns je zeslaben útlumovým článkem tvaru T (R5 až R7), takže jeho amplituda na vstupu tvarovače je 20 V (menší než závěrné napětí mžikových diod D1 a D2). Generátor je od tvarovače časově oddělen zpožďovacím kabelem se zpožděním 10 ns, což brání vzájemnému ovlivňování generátorů a tvarovače. Činnost tvarovače ukazuje obr. 45. První mžiková dioda D1 je k páskovému úseku vedení připojena paralelně. Po dobu t_1 (nastavenou propustným proudem I_1) je otevřena a zkratuje vedení, pak se skokově uzavře a vytvaruje tak čelo

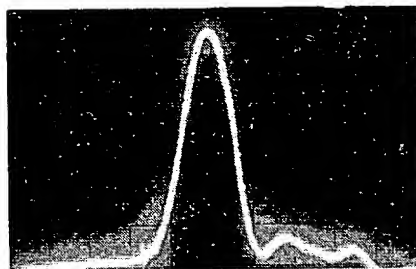
impulsu. Druhá mžiková dioda D2 je na páskovém vedení zapojena sériově. Propustí část zbytku impulsu po dobu t_2 , kdy je otevřena. Pak se D2 skokově zotaví – uzavře se – a zbylou část impulsu do zátěže nepropustí. Zvětšováním I_1 se prodlužuje t_1 , zvětšováním I_2 se prodlužuje t_2 , zvětšuje se tedy šířka výstupního impulsu. Doba skokového zotavení diod TESLA VBV163 je $\approx 100 \text{ ps}$, takže jejich použití umožní získat velmi strmý impuls.



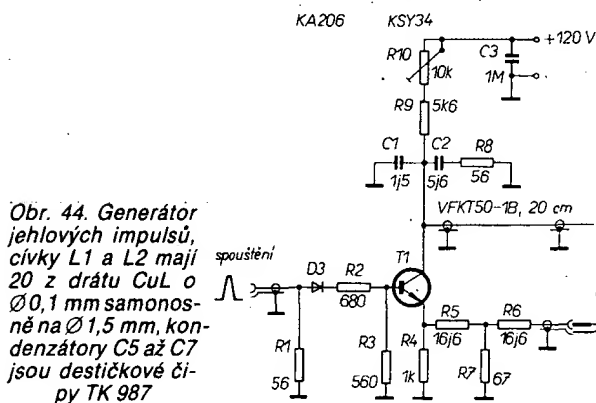
Obr. 45. Tvarování impulsu z lavinového generátoru mžikovými diodami

Oscilogram impulsu je na obr. 46. Vlastnosti mžikových diod jsou podrobně popsány v [16].

Časové oddělení diod tvarovače zajišťují několik cm dlouhé úseky páskového vedení. Kondenzátory C5 a C7 oddělují ss napájení diod od impulsového signálu. Jsou to čipy typu TK 987, pájené přímo za polepy do páskového vedení. V místě připojení čipu je páskové vedení přerušeno v délce rovné tloušťce čipu, tj. asi 0,4 mm. Zúžením pásku v místě pájení diody D1 je kompenzována její kapacita. Proud I_1 (10 až 50 mA) a I_2 (0,5 až 10 mA) se nastavují odpory R13 a R18 proudových zdrojů s tranzistory T2 a T3. Opako-



Obr. 46. Výstupní impuls generátoru jehlových impulsů, $X = 100 \text{ ps/díl.}$, $Y = 3 \text{ V/díl.}$, odečtené doby $t_m = 90 \text{ ps}$, $t_m = 80 \text{ ps}$, $t_m = 80 \text{ ps}$. Skutečná doba $t_r = \sqrt{90^2 - 20^2} = 88 \text{ ps}$ a $t_r = \sqrt{80^2 - 20^2} = 77 \text{ ps}$ (odezva osciloskopu je 20 ps)



Obr. 44. Generátor jehlových impulsů, cívky L1 a L2 mají 20 z drátu CuL o $\varnothing 0,1 \text{ mm}$ samonosné na $\varnothing 1,5 \text{ mm}$, kondenzátory C5 až C7 jsou destičkové čipy TK 987

vací kmitočet generátoru lze volit až 0,2 MHz. Generátor byl řešen pro potřeby časové reflektometrie ([17]).

Závěr

I v době, kdy použití diskretních součástek ustupuje před integrovanými obvody, má jejich aplikace v lavinových generátorech významné oprávnění. Lavinové generátory jsou typickým příkladem zapojení, v němž lze s poměrně jednoduchými prostředky dosáhnout výborných výsledků. Lavinové generátory mají široké použití v nanosekundové impulsové technice. Uplatňují se zejména v měřicí technice, kde jsou potřebné pravoúhlé impulsy s čelem kratším než 1 ns o amplitudě několika desítek voltů. Většina popisovaných zapojení byla experimentálně ověřena a řada z nich použita při stavbě různých měřicích přístrojů.

Literatura

- [1] Rescio, G.: Millimicrosecond Pulse Generator Using Si Planar Transistors in Avalanche Mode. Fairchild

- SGS: Application report AR123, leden 1965.
[2] Herden, W.: Application of Avalanche Transistors to Circuits with Long Mean Time to Failure. IEEE Trans IM, 25, č. 2, červen 1976, s. 152–160.
[3] Schuster, H.: Erzeugung von Impulsen mit extrem steilen Flanken durch Avalanche-transistor-Schaltungen. Radio, Fernsehen, Elektronik č. 6, 1969, s. 184–187.
[4] Klímek, A.; Tomášek, J.; Fibich, Z.: Polovodičové spínací součástky. SNTL: Praha 1970, s. 35–36.
[5] Djakonov, V. P.: Lavinnyje tranzistory i ich primeneniye v impulsnykh ustroystvakh. Radio: Moskva 1973.
[6] Mitchell, W.: Avalanche Transistors Give Fast Pulses. Electronic Design 6, březen 1968, s. 202–209.
[7] Pfeiffer, W. B.: Ein einfacher Impulsgenerator für Reflexionsfaktor- und Sprüngerübertragungsmessungen. Internationale Elektronische Rundschau č. 11/1971, s. 268–272.
[8] Womson, R. C.; Adler, E.: Avalanche-Mode Operation of Silicon Transistors. Electro Technology č. 12/1962, s. 100–103.

- [9] Tielert, R.: Subnanosecond-Pulse Generator, Employing 2-stage Pulse Step Sharpener. Electronics Letters č. 3/1976, s. 84–85.
[10] Daněk, M.; Novák, O.: Lavinové tranzistory v praxi. Sdělovací technika č. 4/1975, s. 139–140.
[11] Myslík, V.; Machač, P.: Generátor impulsů se subnanosekundovou délkou hran. Sdělovací technika č. 12/1980, s. 443–445.
[12] Brocke, W. A.: Schnelle Leistungs-Impulsgeneratoren. Elektronik č. 6/1970, s. 83–84.
[13] Šimek, B.: Návrh útlumových článků. Sdělovací technika č. 6/1968, s. 212–213.
[14] Rein, H. M.: Erzeugung variabler Rechteckimpulse mit Lavinentransistoren. AEÜ č. 9/1975, s. 389–399.
[15] Petřík, T.: Širokopásmové reaktanční oneskorovací vedení. Slaboproudý obzor č. 2, 3 a 4/1956.
[16] Havlík, L.: Spínací vlastnosti mžikové diody. TESLA Elektronik č. 2/1979, s. 43–49.
[17] Brňovják, K.: Generátor jehlových impulsů. Diplomový úkol ČVUT-FEL, katedra radioel. zařízení, 1980.

Subminiaturní anténa a vf předzesilovač pro VKV

(autorské osvědčení č. 213 579)

Ing. Jan Klabal

Ve třetím čísle Amatérského radia řady B/79 (dále [1]) jsem uveřejnil popis a návod ke stavbě subminiaturní aktivní antény pro příjem v rozhlasových pásmech VKV. Podle došlých dopisů a telefonních hovorů si tuto anténu postavilo značné množství čtenářů, někteří s úspěchem, jiní, a nebylo jich mnoho, s naprostým neúspěchem. Potvrdilo se, co jsem uváděl, že aktivní anténa buď pracuje po správném nastavení s překvapivou účinností (vzhledem k jejím nepatrným rozměrům), nebo nepracuje vůbec. Z dalších připomínek a řady mých dalších experimentů s touto anténou vzešly některé nové poznatky a změny v zapojení, zjednodušeném nastavení i obsluze, i nové varianty jejího použití, s využitím principu zpětné vazby pro vf zesílení. V následujícím článku nejprve popisují upravené zapojení, činnost i nastavení subminiaturní aktivní antény, v další části uvádím variantu zapojení i širší praktické využití. Úvodem však nejprve několik slov uvedených již v [1], která jsou určena pro oživení paměti a pro ty, kteří zmíněný článek nevlastní a chtějí si anténu zhotovit.

Má-li být příjem rozhlasového vysílání v pásmu velmi krátkých vln jakostní, vyžaduje dobrou intenzitu pole žádaného vysílače v místě příjmu a kvalitní anténní systém, který je schopen s velkou účinností přijímat a převádět zachycené signály na vstupní svorky přijímače. Při volbě vhodné antény pro dané příjmové místo je třeba vycházet kromě pořizovacích nákladů z těchto základních kritérií: ze vzdálenosti a polohy místa příjmu vzhledem k vysílači, z instalačních možností rozměrnějšího anténního systému při příjmu vzdálenějšího vysílače a ze vstupní citlivosti přijímače.

Vzdálenost a polohu místa příjmu od žádaného vysílače změnit nemůžeme (nechceme-li měnit bydliště) a je-li z hlediska šíření velmi krátkých vln značně nevhodná a naráží-li navíc zbudování rozměrnějšího anténního systému nejen na konstrukční a instalační těžkosti, ale

také na problémy rázu organizačního (např. souhlas majitele domu aj.), je veškerá snaha o příjem žádaného vysílače zbytečná. Nemáme-li tedy možnost zajistit na vstupních svorkách přijímače signál vyhovující velikosti, je v podstatě zbytečná snaha opatřit si přijímač pro příjem v pásmu VKV s vynikajícími příjmovými a reprodukčními vlastnostmi, neboť sebestlepší přijímač by stejně reprodukoval málo kvalitní signál, utápějící se trvale či v různě dlouhých časových intervalech v šumu.

V místech, kde lze očekávat sice slabší, ale stálý signál, je výhodné používat velmi citlivé přijímače, připojené na výkonné anténní systémy.

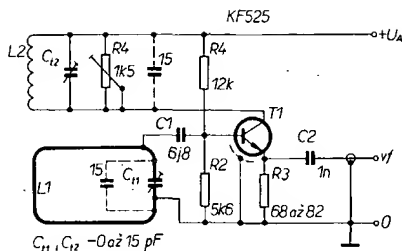
Zvětšuje-li se konstrukční úpravou anténní systém, zvětšuje se jeho směrovost i zisk. Anténa pak na nižších pásmech může dosahovat až neúnosných rozměrů.

Velký zisk je bezesporu žádoucí, směrovost méně, rozměrnost je však již nežádoucí a je tedy omezujícím činitelem.

Účinností antény je dána její schopnost zpracovat beze ztrát přijatou vf energii, která se pak přivádí napájecím do vstupních obvodů přijímače. Tato schopnost je především určována ziskem, směrovostí, správným přizpůsobením anténního systému k napájecí, zpětným vyzařováním, kvalitou materiálu použitého na prvky antény a umístěním antény v prostoru. U vlastní antény pak ještě přesným nastavením všech prvků. Pokud není výstup antény ideálně přizpůsoben k napájecí, vznikají při tomto nepřizpůsobení odrazy, které mají za následek, že část napětí nakmitaného na anténě je anténou vyslána zpět do prostoru (k tomuto jevu dochází vždy) a ke vstupním svorkám přijímače se dostane jen menší část původně přijatého signálu. Tím se výrazně zmenší kvalita příjmu. Naprosto dokonalé přizpůsobení je však prakticky nerealizovatelné a se stárnutím antény i svodu se postupně zhoršuje. To je velkou nevýhodou všech antén, které jsou konstrukčně shodné jak pro příjem, tak pro vysílání.

Zmenšování rozměrů antén (tím i jejich snazší konstrukce, instalace a údržba) se již v minulosti stalo předmětem mnohých výzkumných a vývojových prací. Pokud jsou však tyto antény řešeny pouze jako pasivní, je jejich zisk vždy výrazně menší než zisk běžného půlvlnného dipólu.

V místech, kde je intenzita pole žádaného vysílače dostatečná, lze s výhodou použít autorem vyvinutou a dále popisovanou subminiaturní aktivní



Obr. 1. Základní zapojení subminiaturní aktivní antény

anténu. Tato anténa se vyznačuje nepatrnými rozměry, velmi dobrým ziskem na naladěném kmitočtu a všesměrovým příjmovým diagramem. Lze ji tedy použít všude tam, kde jsou potíže s vhodným umístěním rozměrnější antény. Anténa je řešena jako laděná smyčka s ví předzesilovačem a na vyladěném kmitočtu nahradí zhruba dipól s reflektorem.

Celá subminiaturní aktivní anténa je sestavena z anténní smyčky vhodné délky, jednotranzistorového zesilovače a zpětnovazebního obvodu. Anténní smyčka reprezentuje jeden závit vodiče takového tvaru, aby vzájemná vzdálenost mezi jednotlivými body závitu smyčky byla co největší (kruh, čtverec) a aby smyčka zaujímala maximální plochu v prostoru. Délka závitu anténní smyčky je dána kmitočtem přijímaného signálu a určuje ji největší dosažitelná jakost laděného obvodu LC tvořeného indukčností smyčky a paralelní rezonanční kapacitou na tomto kmitočtu. Obvodová délka závitu smyčky je prakticky 0,09 vlnové délky přijímaného signálu. Přesné doladění takto vzniklého rezonančního obvodu na signál přijímaného kmitočtu vysíláče zajišťuje kapacitní trimr.

Anténní smyčka společně s kapacitním trimrem tvoří laděný vstupní obvod ví předzesilovače. Aby bylo dosaženo velkého zisku na vyladěném kmitočtu, je v takto laděném předzesilovači zavedena kladná zpětná vazba, kterou se přenáší část ví zesílené energie z výstupu zesilovače na anténní rezonanční obvod. Velikost zpětné vazby se řídí změnou napájecího napětí předzesilovače.

Protože nastavení kladné zpětné vazby musí být konstantní a nezávislé na mechanických změnách vodičů, je celá anténa konstruována na desce s plošnými spoji. Rozměry této desky (celé antény) jsou např. pro kmitočet 93 MHz pouze 100 × 70 mm. Destičku těchto rozměrů lze beze změny použít pro celé pásmo kmitočtů od 87 MHz do 100 MHz a na zvolený kmitočet doladit anténní obvod doladovací trimrem. Zpětnou vazbu v obvodu zajišťuje vhodně umístěný výstupní laděný obvod, jehož indukčnost je provedena jako plošná cívka. Vlastní anténní smyčkou je plošný závit na obvodu destičky. V původním článku byla použita obdélníková spojová destička (s označením N221 a N222) antény, zde je destička s výrazně zaoblenými rohy, vyznačující se mírně lepší jakostí (v rozech obdélníku vznikají vířivé proudy).

I když je zapojení aktivní antény jednoduché a nemělo by činit větší potíže, bude jistě daleko obtížnější anténu nastavit a naučit se s ní zacházet. Proto vřele doporučuji všem, kteří máte zájem o její stavbu, abyste ji zapojovali postupně, tj. nejprve zapojili její základní zapojení, oživil ji a naučili se s ní zacházet a teprve potom zapojili konečnou předladitelnou variantu. Tím se vyvarujete zklamání, že z aktivní antény budou vycházet signály

nežádoucí, s kterými si nebudete vědět rady.

Umístíme-li destičku antény v dostatečně silném ví poli žádaného vysíláče, naindukuje se elektromagnetická energie vysíláče do plošného závitu cívky L1 vstupního laděného obvodu, který společně s trimrem Ct1 tvoří rezonanční obvod LC (obr. 1). Z odbočky tohoto obvodu se pak ví signál převádí přes vazební kondenzátor C1 na bázi zesilovacího tranzistoru T1. Je-li ví pole žádaného vysíláče v místě, kde bude aktivní anténa umístěna, dostatečně, zjistíme konstrukcí jednoduchého dipólu buď 300 Ω z dvoulinky, obr. 4a, nebo dvou vodičů, obr. 4b (odpor antény je dán odporem na vstupních zdírkách přijímače). U přenosného přijímače použijeme prutovou anténu. Zachytíme-li na tuto anténu signál vysíláče (i v šumu), pak je intenzita pole vyhovující, nepodaří-li se signál zachytit vůbec, bude veškerá snaha s aktivní anténou zbytečná.

Kolektorový obvod tranzistoru T1 je zapojen přes laděný obvod LC s plošnou cívkou L2. Umístěním cívky uvnitř vnějšího plošného závitu se vybudí kladná zpětná vazba z výstupního na vstupní obvod zesilovače. Velikosti této vazby je určena šířka zesilovaného pásma a tím i zesílení vyladěného signálu. Nastavení zpětné vazby je ovlivňováno několika činiteli. Jsou to:

- vzdálenost vstupní a výstupní cívky,
- tlumení vstupního a výstupního laděného obvodu změnou hodnot obvodových prvků,
- velikostí napájecího napětí (zesílení tranzistoru),
- vyladěním obou obvodů LC na přijímaný kmitočet,
- umístěním antény v prostoru (blízkost elektricky vodivých předmětů),
- připojením propojovacího kabelu mezi anténu a přijímač.

Podrobněji k jednotlivým bodům:

Vzdálenost cívek je přesně definovaná jejich plošným rozložením na spojové desce, obr. 6. Tlumení vstupního obvodu určuje jeho provedení na spojové desce a připojení na bázi tranzistoru T1. Tlumič účinek způsobuje vstupní odpor tranzistoru převedený vazebním kondenzátorem C1 na odbočku závitu. Toto tlumení je kmitočtově závislé, neboť ví impedance kapacity kondenzátoru C1 i vstupního odporu tranzistoru se mění s kmitočtem. Projevuje se to tím, že zpětná vazba nasazuje (jsou-li ostatní parametry konstantní) při jiném napětí na dolním konci pásma než na horním. Vhodnou kombinací odbočky na závit L1 a kapacity vazebního kondenzátoru C1 lze linearizovat nasazování vazby přes celé pásmo. Použitý kondenzátor C1 o kapacitě 6,8 pF, zapojený v daném místě odbočky na L1, zajišťuje průběh nasazování kritické vazby s maximem uprostřed pásma a s mírným poklesem k oběma jeho koncům (při souběžném doladování obou obvodů LC).

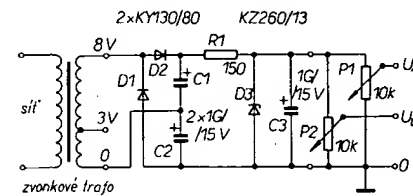
Výstupní obvod s cívkou L2 je tlumený paralelním odporem R4. Čím je tlumení obvodu menší, tj. čím je odpor R4 větší, tím je třeba přivést na kolektor tranzistoru menší napájecí napětí, aby nasadila zpětná vazba. Nastavíme-li odpor R4 nevhodně velký, zesilovač se může rozkmitat již při velmi malém napětí, při kterém je však zesílení tranzistoru nepatrné. Změny napájecího napětí mají vliv na zesilovací činitel tranzistoru a tím i na tlumení výstupního obvodu. Lze proto změnou tohoto napětí ovládat nasazení zpětné vazby a řídit tak i dálkový zisk celé antény. Čím jsou přesněji nastaveny oba obvody LC na společný rezonanční kmitočet, tím

větší musí být tlumení výstupního obvodu, aby se při požadovaném napájecím napětí zesilovač nerozkmital.

Na nastavení antény má vliv i těsná blízkost kovových předmětů (ve vzdálenosti menší než půl metru). V některých případech se příjem zhorší, jindy, jako např. ve vzdálenosti antény 10 až 30 cm od ústředního topení, které je svým rozvodem po domě uloženo podél stěny kolmé na vysíláč, může se příjem velmi výrazně zlepšit. Přitom na změnu vazby působí i přítomnost ruky. Připojení propojovacího kabelu mezi anténou a přijímačem bylo u původní antény [1] řešeno odbočkou na výstupní cívce L2. Takto připojený svodový kabel velmi nepříjemně ovlivňoval (svou délkou i polohou) nasazování zpětné vazby. Proto bylo zapojení pozměněno a tranzistor pracuje jako emitorový sledovač, ze kterého je signál odváděn z odporu 68 Ω, zapojeného v napájení emitoru. Tím se výrazněji omezilo ovlivňování vazby připojeným kabelem.

Napájení aktivní antény

Obvod aktivní antény je napájen napětím 13 až 15 V. Protože je nasazování zpětné vazby ovlivňováno změnami napájecího napětí, musí si toto napětí po nastavení vazby udržovat stálou hodnotu. Bateriové napájení není proto pro dlouhodobý provoz příliš výhodné (napětí se pozvolna zmenšuje), pro orientační zkoušky však plně postačí. Pro trvalé provozování antény je však výhodný síťový zdroj se stabilizací stejnosměrného napětí. Transformátorem v tomto zdroji je „zvonkový“ typ s napětím na sekundární straně 3; 5 a 8 V. Usměrňovač je zapojen jako zdvojovač, aby se dosáhlo žádaného napětí. Zapojení zdroje je na obr. 2,



Obr. 2. Zapojení síťového zdroje pro aktivní anténu

spojová deska na obr. 3. Celý zdroj umístíme do vhodné plastické krabíčky, která bude zároveň podstavcem pro aktivní anténu. Ta je upevněna na nosné trubce o průměru 10 až 12 mm, dlouhé více než 25 cm. Trubka je jedním koncem upevněna v provrtané horní stěně krabíčky, na druhém konci se upevní destička antény a napájení i svodový kabel se vedou uvnitř této trubky. Do boční stěny krabíčky ještě upevníme dva potenciometry P1 a P2 a síťový spínač. Budeme-li anténu používat pro příjem pouze jednoho vysíláče (případně dvou kmitočtově blízkých vysíláčů), pak postačí pouze potenciometr P1 pro nastavení zpětné vazby.

Nastavení antény

Po zapojení součástek do desky s plošnými spoji upevníme destičku antény na nosnou trubku, připojíme napájení a propojovací kabel 70 Ω (k ověření činnosti lze použít i měděný izolovaný vodič). Na přijímači s připojenou pomocnou anténou z obr. 4 přesně vyladíme žádanou

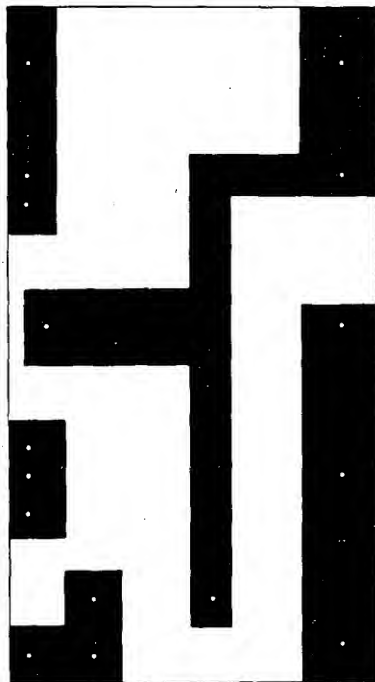
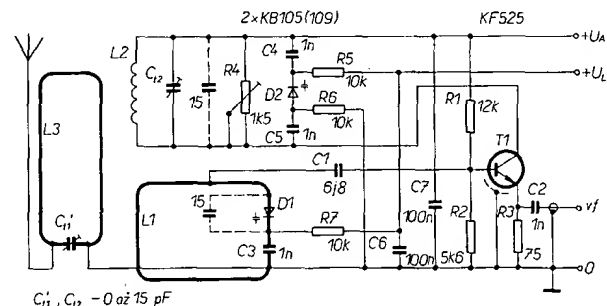


Diagram showing a two-wire line (dva vodičky) of length l . The input resistance is 300Ω . The diagram is labeled 'a)'.

stanici (může být i v šumu). Pomocnou anténu odpojíme, případně zasuneme prutovou anténu a do anténních zdířek přijímače připojíme propojovací kabel od aktivní antény. Anténu umístíme zhruba do místa, kde se nacházela pomocná anténa. U přijímače se vstupem 70 Ω připojíme kabel přímo pomocí příslušného konektoru, u přijímače se vstupem 300 Ω následovně: má-li přijímač vyvedený zemní vodič, připojíme na něj stínění kabelu a vnitřní vodič připojíme do jedné ze dvou zdířek 300 Ω. Nemá-li uzemňovací zdířku, připojíme střední vodič kabelu do jedné zdířky 300 Ω a stínění připojíme přes vzduchovku cívku, která má 3 závitů drátu Cu o průměru 0,5 až 0,7 mm, navinuté na Ø 8 mm, do druhé zdířky. U prutové antény připojíme na vyčníhající zbytek prutu pouze střední vodič. Použijeme-li k provizornímu propojení kus měděného vodiče, připojíme jej jako střední vodič kabelu.

Potenciometr R4 nastavíme na maximální odpor (minimální tlumení), kapacitní trimry Ct1 a Ct2 nastavíme do střední polohy a potenciometr P1 v napájecí vyočce do polohy „nula“, tj., aby na běžici nebylo žádné napětí (nebo jen velmi malé) proti zemi.

Zapneme napájení a potenciometrem P1 povolná otáčení tak, aby se na plus pólu antény zvětšovalo napětí od nuly k maximální hodnotě. V určitém bodě se ze zapnutého přijímače začne ozývat vyladěná stanice a její hlasitost se bude s otáčením běžce potenciometru zvyšovat až do okamžiku, kdy prudce stoupne hlasitost s následujícím zmizením stanice. Ozovu se nepřijemné hluky a zmizí i šum – zesilovač antény se rozkmital. Pokud se stanice neozve, ale vzroste prudce šum s následujícím „tichem“, tj. rozkmitáním zesilovače, jsou velmi nepříznivě nastaveny kapacitní trimry Ct1 a Ct2, je třeba je nastavit do jiné polohy (obr. 1). Pokud se zesilovač nerozkmitá ani při



Obr. 5. Zapojení laděné subminiaturní aktivní antény. V tomto zapojení není C_{11} připojen

plněm napájecím napětí, pak buď máme obráceně vytočený odporový trimr R4, nebo je v zapojení závada. Po rozkmitání zesilovače potenciometrem P1 pozvolna otáčíme zpět, až se opět ozve vyladěná stanice. Nyní trimry Ct1 a Ct2 nastavíme oba obvody LC do rezonance na kmitočty přijímané stanice, tj. na maximální signál (hlasitost). Rozkmita-li se opět zesilovač antény, „povolíme“ vazbu potenciometrem P1. Po nastavení obou kapacitních trimrů na maximum signálu nastavíme trimr R4. Pomalu jím otáčíme tak, abychom více zatlumili obvod s L2 až do jeho vytočení na plné napájecí napětí. Může se stát, že už při nastavování kapacitních trimrů bude zesilovač kmitat při velmi malém napětí (P1 vytočen k „zemi“), pak je nutno trimrem R4 obvod zatlumit a teprve potom dokončit doladění Ct1 a Ct2. Trimr R4 v konečném nastavení dáme do takové polohy, aby potenciometr P1 byl vytočen na 5 až 8 V na kolektoru T1. Po tomto nastavení ještě vyzkoušíme vhodné

umístění antény v prostoru. Někdy stačí i posun antény o 30 až 50 cm k výraznější změně intenzity signálu: tak, že je třeba zvětšit tlumení cívky L2. Čím více musí být výstupní obvod zatlumený, tím silnější je přijímaný signál a anténa je méně citlivá na změny okolí. Při slabém signálu je naopak třeba přepad od případu „dotáhnutí“ vazbu. K tomu je nejjednodušší využít potenciometru P1. Tlumení cívky L2 nastavíme odporem R4 až po konečném nejjednodušší umístění antény i jemném doladění obou kapacitních trimrů. A ještě upozornění: kmita-li zesilovač, pak anténa vyzařuje do okolí a signál lze zachytit na jiný přijímač, zhruba do 15 až 20 m, proto se snažíme oscilace omezit na minimum.

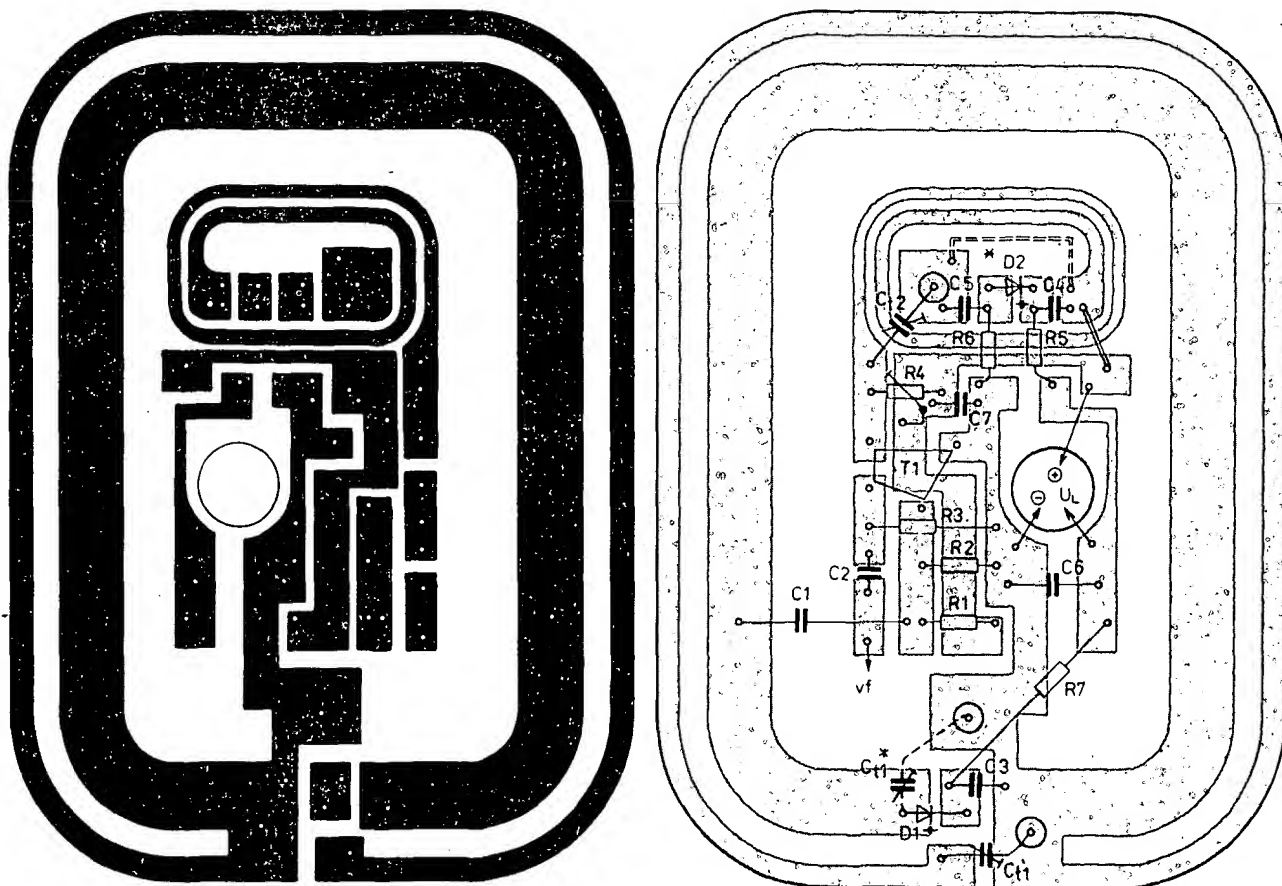
Nyní si můžeme ještě vyzkoušet přeladění antény na jiný vysílač, který jsme předtím zachytili na pomocnou anténu. Ladění přijímače nastavíme do místa jeho příjmu a výše uvedeným způsobem nastavíme nejprve kapacitní trimry a pak tlumění. I když lze přeladění nacvičit, máme-li možnost zachytit více stanic, je výhodnější po vyzkoušení příjmu s tímto zapojením upravit je na dálkové ovládání i laděných obvodů podle následujícího zapojení.

Laděná anténa

Tato varianta antény umožňuje dálkově doladovat její laděné obvody v rozsahu přeladění celého pásma. Je určena pro místa, kde je možný výskyt většího počtu vysílačů. Základní funkce zůstává stejná, pouze místo doladovacích trimrů je použito varikapové ladění. Výstupní obvod s cívkou L2 je tlumený stejným způsobem jako u základního zapojení, tj. paralelním trimrem R4. Zapojení laděné antény se dvěma varikapy KB105 (možno použít i typ KB109) je na obr. 5. Ladi se vstupní

i vazební obvod a pro dosažení vyhovujícího souběhu mezi oběma obvody je ve vazebním obvodu ponechán kapacitní trimr Ct2. Trimr se nastaví na maximum příjmu uprostřed pásma tak, že se nejprve vyadí stanice na přijímači a nastavením napětí U_1 (potenciometr P2) se naladí oba obvody antény na nejlepší příjem (při správně nastavené vazbě, viz popis předchozí verze) a trimrem se „dotáhne“ maximum. Kondenzátory C3, C4 a C5 oddělují stejnosměrné napájení obou varikapů při zachování vřzkratu. Kondenzátory C6 a C7 blokují vysokofrekvenční i nízkofrekvenční vývody napájecího i ladícího napětí.

Při nastavování antény postupujeme obdobně jako v předchozím případě s tím, že po jejím připojení na vyladěný přijímač otáčíme nejprve potenciometrem P1 až se zesilovač antény rozkmitá, pak opět tlumení zvětšíme pouze do oblasti zvýšeného šumu a potenciometrem P2 vyladíme anténu na příjmaný vlnsál. Změnou na-



Obr. 6. Deska Q113 s plošnými spoji subminiaturní aktivní antény (vnější závit je zapojen pouze při použití jako anténní zesilovač viz text)

stavení obou potenciometrů nastavíme vyladěný vysílač na nejčistší příjem. Při přeladování přijímače na jiný vysílač ponecháme P1 v dané poloze nebo jen nepatrně tlumení zvětšíme a přeladíme přijímač a společně s ním i P2. Při správně nastavené anténě je na přijímači vyladěném mimo stanici výrazně zvýšený šum. Ten podle stupně nastavení zpětné vazby (tlumení) signalizuje, jak úzké je pásmo anténou přijímané a zesilované, proladíme-li přijímač. Ladíme přijímačem a potenciometrem P2, trvale „dotahujeme“ naladění antény na maximální šum, dokud nenaladíme další stanici. V případě, že se zesilovač antény rozkmitá, zvětšíme tlumení potenciometrem P1. Podle popisu se nastavení jeví jako zdoluhavé, ale po několikerém přeladění je již tato činnost velmi rychle zvládnutelná.

Zapojení antény, uvedené na obr. 6, je pro pásmo CCIR. Má-li být použito v pásmu OIR, pak se pouze paralelně k L1 a L2 připojí kondenzátory o kapacitě 15 pF tak, jak je to ve schématu označeno čárkováně. Nastavení je pak již totožné s výše uvedeným návodem.

Aktivní anténa jako selektivní zesilovač

Přiblížíme-li aktivní anténu k delšímu vodiči, zesílí se přijímaný signál. Toto zjištění mě přivedlo k myšlence, využít vhodným zapojením aktivní antény pro velmi selektivní laděný zesilovač k dipólové či drátové anténě. Vzhledem k tomu, že lze u plošně provedené antény snadno realizovat přesně definovaný anténní obvod s indukční vazbou na jednozávitovou vstupní cívku L1, lze i drátovou anténu s její velkou výstupní impedancí na aktivní anténu připojit. Aktivní anténa se pak chová jako úzkopásmový přeladitelný an-

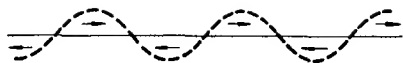
ténní zesilovač. Anténní obvod je na spojové desce aktivní antény realizován vnějším závitem, ke kterému je paralelně připojen kapacitní trimr. Pro anténní obvod je na spojové desce antény z obr. 6 využit plošný závit, který je veden po vnějším okraji závitů cívky L1.

U původní desky s plošnými spoji antény [1] lze anténní obvod s indukčností L3 realizovat měděným vodičem o průměru 0,7 až 1 mm, který obtočíme kolem okraje destičky ze strany součástek a přilepíme na izolační podložky 5 mm nad destičku. Jeden konec připojíme na zemní konec cívky L1 a druhý na kapacitní trimr C₁₁, jehož druhý konec připojíme opět na zemní konec L1. V místě spojení L3 s C₁₁ připojíme drátovou anténu. Impedance drátové antény se však mění podle její délky a dosahuje až několik set ohmů. Aby byl přenos signálů z drátové antény na vstupní obvod zesilovače vyhovující, musí mít velkou impedanci i anténní obvod. Anténní obvod s plošnou cívkou L3 a kapacitním trimrem C₁₁ je zatěžován indukční vazbou na vstupní laděný obvod se závitem L1 a připojenou anténou. Aby bylo možno dosáhnout u anténního obvodu velkého rezonančního odporu (a tím i zajistit velkou vstupní impedanci), musí mít i vstupní laděný obvod s L1 velkou jakost. Vzájemná indukční vazba mezi oběma obvody je dostatečně těsná, aby se přijatá vlnová energie přenesla s minimálními ztrátami z anténního obvodu na vstupní obvod. Jakost vstupního obvodu je především dána kapacitou vazebního kondenzátoru C1 a stupněm nastavení kladné zpětné vazby mezi L1 a L2. Při zvětšování kladné zpětné vazby se výrazně zužuje kmitočtové pásmo přijímaných signálů (před nasazením oscilací je i menší než 100 kHz). Tím se ovšem výrazně zvětší jakost vstupního

obvodu. Transformací na nezatížený anténní obvod s L3 může dosáhnout jeho rezonanční odpor značných hodnot.

Drátová anténa je z měděného vodiče (může být izolovaný, vhodná je síťová dvoulinka) o délce násobků délky vlny (není kritické), tj. pro pásmo CCIR zhruba 3, 6, nejlépe 9 m i více. Čím je použitý vodič delší, tím je i přijímaný signál silnější. Rozladění anténního obvodu v závislosti na délce vodiče je malé, jeho naladění vzhledem k velké impedanci značně ostré. Výhodnější než připojení kusu vodiče na anténní závit je připojit přesně definovanou drátovou lineární anténu. S jejími elektrickými vlastnostmi se dále seznámíme.

Z teorie antén vyplývá, že anténa je selektivní prvek, což znamená, že změnou pracovní vlnové délky se změní i její poměrná délka l/λ a tím i její vlnové parametry. Nejdůležitější z těchto parametrů jsou výstupní impedance, směrová charakteristika a šířka přijímaného pásma. Kmitočtové změny vstupní impedance se sledují na poměru stojatých vln (a tím i množství zpětné vyzářené přijaté energie) na napájecí. Změny směrové charakteristiky se sledují na směrovosti nebo šířce svazku antény. U rezonančních (dipólových) antén je šířka pásma určena tloušťkou vodičů antény. Běžný dipól má pro danou impedanci šířku pásma kolem $\pm 5\%$. Podstatně větší šířku pásma mají lineární antény. Tyto antény jsou na rozdíl od rezonančních antén málo kmitočtově závislé a jejich vyzářovací diagram i vstupní impedance zůstávají téměř konstantní i při změně kmitočtu v poměru 1:2. Z teorie antén a anténních soustav je známo, že na vodiči lze nalézt takovou oblast, kde příspěvky od jednotlivých elementárních zářičů (rozložených po vodiči) se vhodně fázově sčítají a vytvářejí v určitých smě-



Obr. 7. Rozložení proudů na dlouhém zářiči

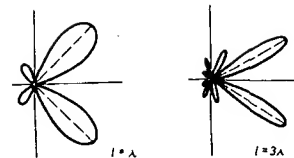
rech prostoru podstatně větší elektrické pole než v ostatních směrech [2]. Na dlouhém vodiči, umístěném v prostoru ve směru k vysílaci, se tím v podélném směru vytvářejí maxima a minima energetických uzlů. Pokud je vodič umístěn v prostoru bez vhodného impedančního zakončení, nelze toto rozložení uzlů definovat (ani prakticky nalézt). Teprve zakončíme-li takový vodič vhodným impedančním kmitočtově závislým prvkem, zvýrazní se rozložení uzlů na vodiči.

Rozložení okamžitých proudů na lineární anténě je takové, že v sousedních půlvlnných úsecích jsou vždy v protifázi (obr. 7). Výsledné pole a vyzařovací diagram v horizontální rovině vznikne složením vyzařovacích diagramů dílčích dipólů. Toto pole se pak v některých směrech zesiluje, v jiných potlačuje, případně téměř mizí. Výsledkem je členitý vyzařovací diagram, čím členitější, čím je anténa

Podstatné zesílení nastává až u skutečně dlouhých zářičů. Např. zářič dlouhý 4λ dává v hlavních lalocích zisk 3 dB proti půlvlnnému dipólu.

Dlouhé zářiče mohou být z prostorových důvodů v určité své části zalomeny, zavěšeny šikmo nebo umístěny nad nerovným terénem. Všechny tyto změny téměř neovlivňují rezonanční kmitočty, ale mají vliv na tvar vyzařovacího diagramu. Zářič nad svažující se zemí vyzařuje pod menším vertikálním úhlem na tom konci, který je výše nad zemí. S délkou vodiče (antény) se tedy zužuje šířka svazku a hlavní maximum se sklání k vodiči.

Drátová anténa, má-li ji být optimálně využito, musí mít správné impedanční zakončení a svod signálu připojený na vhodné místo. Řadou experimentálních měření jsem zjistil, že nejvýhodnější pro napájení anténního obvodu zesilovače je zakončení drátové antény na straně svodu signálů půlvlnným dipólem. Je jím kovová trubka o délce $\lambda/2$ a průměru asi 8 až 12 mm. Trubka (reflektor) se připevní v horizontální poloze např. přímo na zeď budovy a vodič drátové antény se dokonale vodivě připojí v jejím středu. Drátová anténa je vedena kolmo na reflektor ve

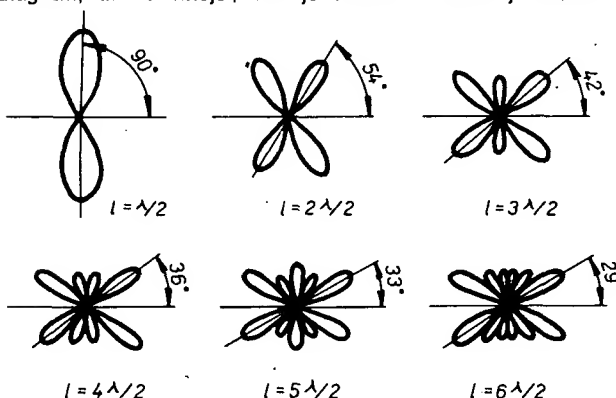


Obr. 10. Vyzařovací diagram dlouhého zářiče s půlvlnným zakončením

obvodu zesilovače přes kondenzátor C_A (10 pF). Druhý konec drátové antény upevníme izolovaně bez zakončení či zemnění. Vyzařovací diagram této antény je na obr. 10.

Použití drátové antény se zesilovačem z aktivní antény je výhodné zejména tam, kde je třeba „převést“ signál z místa s větší intenzitou pole (na vyšším domě) do místa bez signálu (ve „stínu“ domu) a kde není možné budovat rozměrnější anténní systém s dlouhým svodem.

Jak z výše uvedeného vyplývá, je zesilovač z aktivní antény výhodný pro připojení na antény s nesymetrickým výstupem v energii.

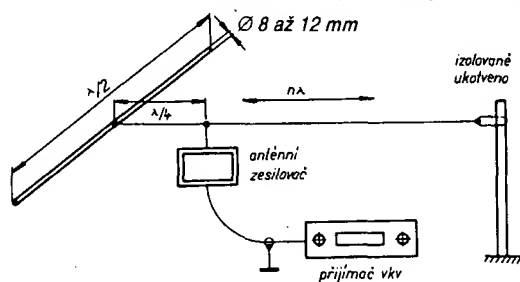


Obr. 8. Vyzařovací diagramy dlouhých zářičů

delší. Na obr. 8 je několik základních vlastností dlouhého vodiče, zejména:

- vyzařovací diagramy jsou souměrné vůči ose zářiče a souměrné v kolmém směru;
- směr maximálního vyzařování se přiklání tím více k ose zářiče, čím je zářič delší;
- zářič o délce, která je lichým násobkem $\lambda/2$, vyzařuje část energie ve směru kolmém na zářič, zářič se sudým počtem $\lambda/2$ má v tomto směru nulové vyzařování;
- celkový počet smyček horizontálního vyzařovacího diagramu v polovině ($0^\circ - 180^\circ$) je roven počtu půlvln obsažených v délce zářiče,
- nejvíce energie je vyzařováno ve smyčkách nejpráhlejších k ose zářiče, poměrné zesílení výkonu proti půlvlnnému dipólu je tím větší, čím je zářič delší.

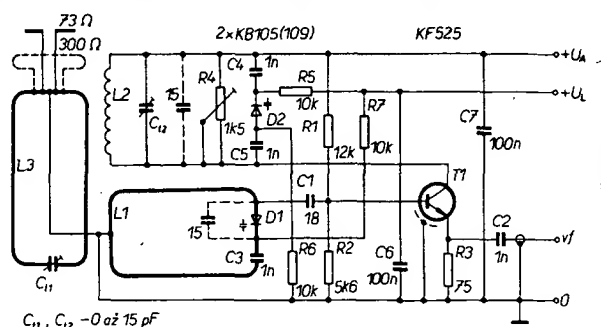
Z uvedeného vyplývá, že dlouhý zářič je vlastně směrovou anténou se čtyřmi hlavními a případně dalšími menšími laloky.



Obr. 9. Dlouhý zářič s půlvlnným zakončením

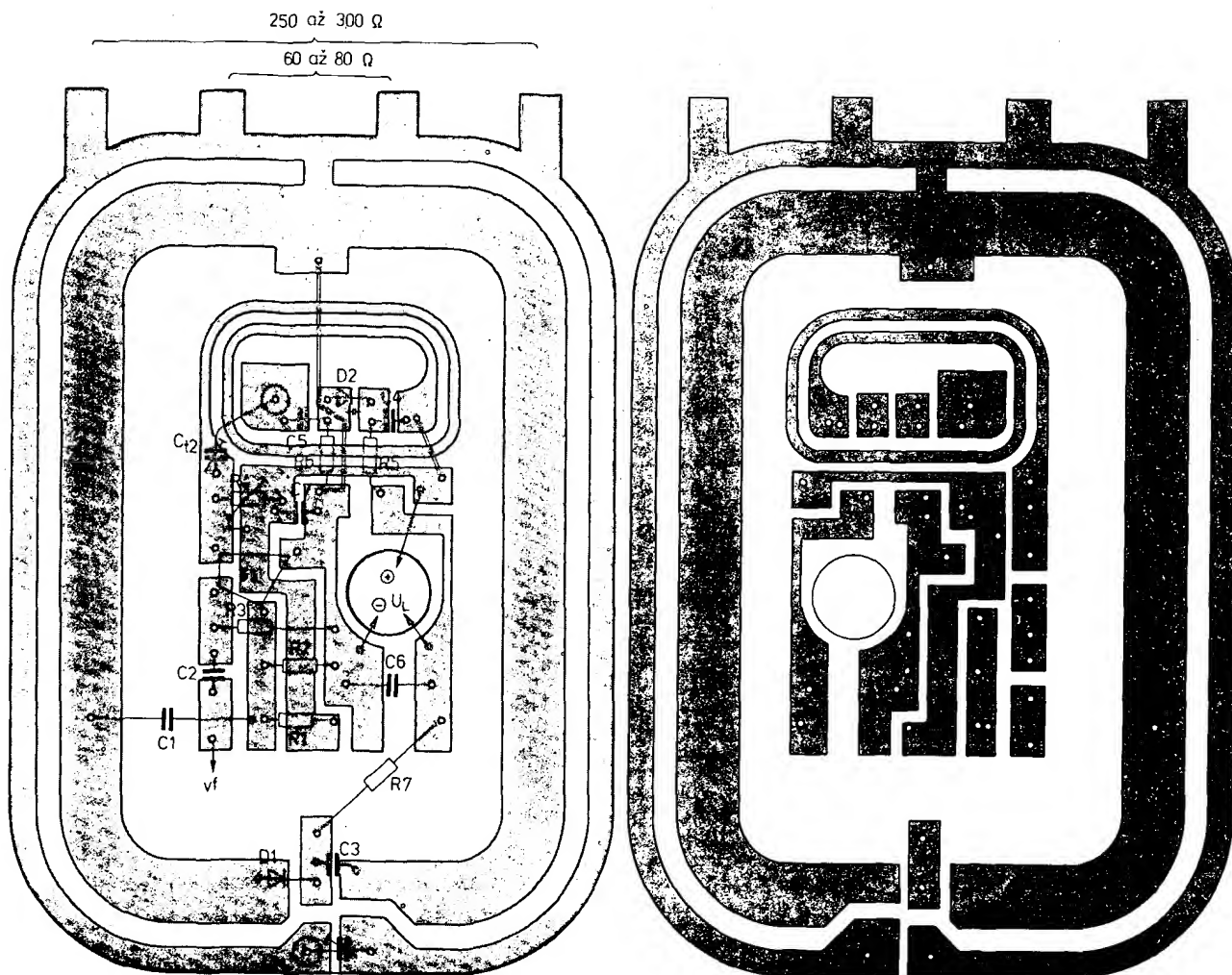
Výkonný laděný zesilovač pro dipólové antény

Překvapivě velkého zisku lze dosáhnout upraví-li se předchozí anténní zesilovač na zapojení se symetrickou anténou. Pro symetrické – dipólové – antény je nutno vstupní a anténní obvody zesilovače upravit tak, aby anténní obvod mohl být napájen symetricky kolem zemního vodiče. Tím lze také výhodně volit impedanci napájení od nízkých hodnot po kilohmy. U symetricky zapojené smyčky L3 proti zemi (obr. 11) je největší impedance obvodu LC na pólech kondenzátoru a nejmenší uprostřed, na připojeném zemním vodiči. Pro napěťové, vysokoimpedanční napájení obvodu v energii je výhodné připojit anténu s velkou impedancí blíže k pólu kondenzátoru. Takovou anténou může být např. anténa s postupnou proudovou vlnou typu kosočtverečná anténa s délkou ramen několik vlnových délek. Při proudovém napájení (a malou impedancí) je naopak třeba připojit symetrickou rezonanční anténu na přesně definované odbočky závitů L3 symetricky rozložené kolem připojeného zemního vodiče (obr. 12). Z hlediska jednodušší konstrukce je výhodné použít pro napájení zesilovače rezonanční symetrické antény typu půlvlnný dipól. Anténa tohoto typu se chová v podstatě jako rezonanční obvod, jehož rezonanční kmitočty se nastaví délkou zářiče. Je-li v rezonanci, vykazuje prakticky pouze činnou složku vstupní impedance, mimo rezonanci je vstupní impedance komplexní. Je-li délka dipólu kratší než rezonanční, má vstupní impedance kapacitní charakter, při délce větší než rezo-

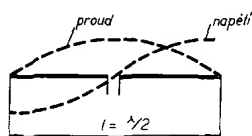


$C_{11}, C_{12} - 0$ až 15 pF

Obr. 11. Zapojení laděného anténního zesilovače



Obr. 12. Deska s plošnými spoji anténního zesilovače Q114



Obr. 13. Rozložení proudu a napětí na půlvlnném dipólu

nanční, je charakter indukční. Pro dosažení skutečné rezonance je třeba délku dipólu zkrátit a koeficient zkrácení pak udává, kolikrát je třeba zkrátit fyzickou délku $\lambda/2$, aby bylo dosaženo rezonanční elektrické délky $\lambda/2$. U běžných dipólů na VKV se pohybuje koeficient zkrácení mezi 0,90 až 0,95. Současně s tloušťkou zářiče se zmenšuje i vstupní impedance na 55 až 65 Ω .

Rozložení proudu a napětí, indukovaných v půlvlnném dipólu, je patrné z obr. 13. Na volném konci zářiče vždy vznikne napěťová kmitna a proudový uzel. V místě napěťové kmitny, která je uprostřed dipólu, je výstupní impedance nejmenší, teoreticky 75 Ω , prakticky kolem 60 Ω . Na konci vyladěného půlvlnného zářiče je výstupní impedance také čistě činná a pohybuje se v mezích od 1000 do 5000 Ω . Výstupní impedance v jiných místech dipólu je vždy komplexní a činná složka (tj. prakticky využitelná k převodu energie na anténní obvod) nabývá nějaké hodnoty mezi uvedenými extrémami.

Vyzařovací diagram půlvlnného dipólu v horizontální rovině má směrový diagram symetrického osmičkového tvaru. Měřitkem směrovosti je úhel, v němž se výkon elektromagnetického pole nezmenší více

než na polovinu, tj. o 3 dB a tento úhel, který se nazývá šířka hlavního svazku (laloku) nebo také úhel příjmu, se u půlvlnného dipólu rovná 78°.

Připojíme-li výstupní napětí z dipólu na vyladěný anténní obvod laděného zpětnovazebního zesilovače, pak přijatá energie (signál vyladěného vysílače) bude díky těsné podkriticky nastavené zpětné vazbě mnohonásobně zesilován.

Zapojení anténního zesilovače je na obr. 11, deska se spojí na obr. 12. Optimálního přenosu energie ze vstupního laděného obvodu na bázi tranzistoru při zachování nastaveného stupně zpětné vazby v celém rozsahu se dosáhne použitím vazebního kondenzátoru C1 s kapacitou 18 pF, připojeného na spoj konce L1 s varikapem D1. Připojíme-li kondenzátor C1 na opačný konec L1, nevzniknou podmínky pro nasazení kladné zpětné vazby, neboť vf signál je v tomto bodě nevhodně fázově natočený vzhledem k vlnit L2. Obdobně připojení kondenzátoru C1 na odbočku L1 (či změna její polohy) má za následek zhoršení jak symetrie, tak i linearity průběhu nastavení zpětné vazby po celém laděném rozsahu.

Další část zapojení včetně emitorového sledovače je již shodná se zapojením předchozí aktivní antény. Zesilovač připojujeme přímo jeho odbočkami na smyčce L3 ke středním vývodům dipólu a to ať již půlvlnnému 75 Ω (blíže ke středu) nebo skládanému 300 Ω . Vhodné místo připojení je vyznačeno ploškami na desce s plošnými spoji. Zesilovač připojíme, pokud to podmínky jen trochu dovolí, přímo k anténě, pouze v krajním případě použijeme napáječ, ale symetrický (tj. dvoulinku) a krátký. Pro použití v místnos-

ti je velmi výhodné konstrukčně spojit zesilovač s prodávanou dvojitou teleskopickou pokojovou anténou. Zesilovač se vestaví do podstavce, případně i se zdrojem (do jeho nástavce) a postaví se na vhodném místě v pokoji a sousosým kabelem se propojí s přijímačem. Případně lze na vnitřní plošky destičky (75 Ω), upevněné do obdobného stojanu jako předchozí subminiaturní anténa, připájet dva měděné vodiče o průměru 2 až 3 mm a délce pro pásmo OIR 100 cm a pro pásmo CCIR 76 cm. Vodiče upevníme tak, aby vytvářely značně otevřeně písmeno V. Čím jsou ramena více od sebe k horizontální poloze, tím je i větší intenzita signálu, ale i větší směrovost v kolmém směru na rozevřený dipól. Pokud není zpětná vazba nastavená těsně před bod rozkmitání zesilovače, není anténa příliš choulostivá na pohyb osob v místnosti. Pokojová anténa při správném nastavení dává na výstupu signál srovnatelný s devítiprvkovou anténou YAGI, pokud jde o poměr signálu k šumu, ale signál zesiluje více.

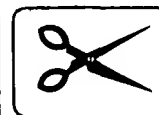
Závěrem ještě upozorňuji všechny zájemce o stavbu této antény, že její zapojení je sice na první pohled jednoduché, ale její správné nastavení vyžaduje naučit se s ní zacházet. Vzhledem k tomu, že jde o netradiční zapojení anténního zesilovače, kdy úspěch závisí nejen na správném zapojení, ale i správné obsluze, nelze její stavbu doporučit úplným laikům.

Literatura

- [1] Klabal, J.: Amatérské radio B3/1979.
- [2] Prokop, J.; Vokurka, J.: Šíření elektromagnetických vln a antény. SNTL/ALFA: Praha 1980.

Signální generátor 0,1 až 110 MHz

VYBRALI JSME



Z KONKURSU

Úvod

Signální generátor je nepostradatelný přístroj pro vážnou práci. Cenné služby však prokáže pouze kvalitní přístroj. Dobrý jednoduchý generátor musí mít:

- velký kmitočtový rozsah, dobře vyřešenou stupnici s možností rozlišovat údaj kmitočtu na 1 %, jemné ladění bez mrtvého chodu, velkou stabilitu kmitočtu;
- dostatečně velké stálé výstupní napětí v celém kmitočtovém rozsahu;
- možnost jemně regulovat výstupní napětí (nezávisle na kmitočtu) do desetin mikrovoltů, cejchovaný výstupní dělič (v [dBm] i [V]), konstantní výstupní odpor;
- zanedbatelné nežádoucí vyzařování ví energie;
- možnost vnitřní i vnější modulace buď AM nebo FM;
- snadné ovládání;
- malé rozměry, hmotnost a příkon.

Při konstrukci přístroje jsme se snažili všech těchto vlastností dosáhnout, a to i za cenu poněkud náročnějšího obvodového řešení a složitější mechanické konstrukce.

Při elektrickém a mechanickém návrhu generátoru byly vodítkem generátory Hewlett-Packard, především typy 8601A a 8654A. Přístroje byly zhotoveny dva a již tři roky úspěšně slouží v provozu. Jejich oživení ani nastavení nečiní potíže. Přesto je přístroj pro svoji náročnost určen pro vyspělé amatéry, kteří si poradí s případnými obtížemi.

Základní technické údaje

Kmitočtový rozsah: 0,1 až 110 MHz v devíti rozsazích: 0,1 až 0,23 MHz, 0,22 až 0,48 MHz, 0,45 až 1,1 MHz, 1,0 až 2,1 MHz, 2,0 až 5,0 MHz, 4,9 až 11,5 MHz, 10 až 21 MHz, 20 až 51 MHz, 50 až 110 MHz.

Přesnost kmitočtu: $\pm 2\%$ (po 0,5 h provozu)

Krátkodobá stabilita: $\pm 2 \cdot 10^{-5}/1$ min (2 h po zapnutí a 15 min po přeladění).

Potlačení harmonických kmitočtů: větší než 30 dB.

Výstupní napětí: regulovatelné po skocích 2 dB v rozsahu 0 dBm (224 mV) až -144 dBm (0,018 μ V) na vnější zátěži 50 Ω . Při CW a FM lze napětí plynule zvyšovat až na +6 dBm (447 mV) potenciometrem pro ovládání hloubky AM (Při přepnutí volby AM v poloze Int DC).

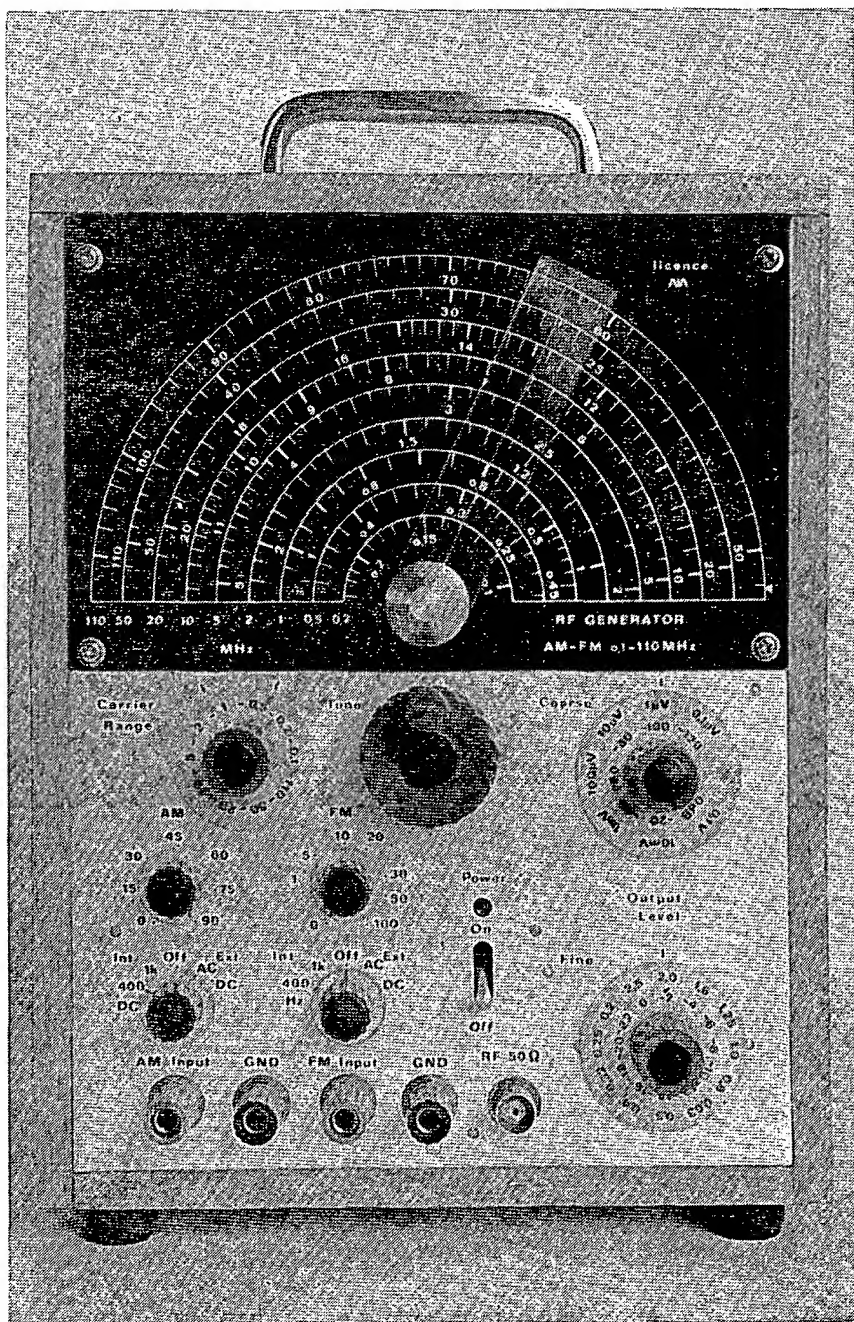
Výstupní odpor: konstantní 50 Ω , výstup vázán stejnosměrně.

Nežádoucí vf vyzařování: zanedbatelné i při proměrování citlivosti nejcitlivějších přijímačů.

Amplitudová modulace: hloubka 0 až 90 %; vnitřní modulace: ss, 400 Hz, 1 kHz; vnější modulace: DC 0 až 4 kHz

Ing. Jiří Doležilek, ing. Miloš Munzar

V článku je popsán signální generátor s kmitočtovým rozsahem 0,1 až 110 MHz a s amplitudovou i kmitočtovou modulací, po všech stránkách srovnatelný s komerčními generátory této třídy. Dobrých vlastností bylo dosaženo náročnějším elektrickým i mechanickým řešením přístroje, které je však plně v silách amatéra.



Obr. 1. Pohled na přední panel signálního generátoru

pro pokles 3 dB, AC 10 Hz až 4 kHz pro pokles 3 dB, vstupní odpor 10 k Ω , citlivost pro vnější modulaci: 0,775 V (efektivní hodnota) pro 100% AM.

Kmitočtová modulace: zdvih: 0,25 až 1,2% středního kmitočtu na 1V mezivrcholové hodnoty modulačního napětí. Přesně je zdvihová citlivost ($\Delta f / U_{\text{mod FM}}$) v závislosti na středním kmitočtu udána grafem (obr. 2). Zdvihovou citlivost lze plynule ovládat v rozmezí 0 až 100 %. Vnitřní modulace: 400 Hz, 1 kHz; mezivrcholová hodnota vnitřního modulačního napětí je 2,0 V. Vnější modulace: DC 0 až 4 kHz pro pokles 3 dB, AC 10 Hz až 4 kHz pro pokles 3 dB, vstupní odpor 10 k Ω , max. zpracovatelné napětí +2 V.

Rozměry: šířka 186 mm \times výška 236 mm \times hloubka 100 mm (samotná skříňka bez vyčnívajících částí).

Hmotnost: 3,3 kg.

Napájení: síť 220 V, 50 Hz; příkon 6,5 VA.

Osazení polovodičovými součástkami:
 IO (analogové) 6 kusů,
 tranzistory 18 kusů,
 diody 15 kusů + 1 kus LED.

Některé podrobnější údaje plynou z popisu ovládacích prvků a jejich funkce, zpracovaného ve formě návodu k použití.

Návod k použití

Funkce ovládacích prvků

Označení a rozmístění ovládacích prvků generátoru je patrné na obr. 1. U ovládacích prvků bylo úmyslně použito označení, s nímž se mohou čtenáři nejčastěji setkat u moderních profesionálních přístrojů světových výrobců.

Power – síťový spínač. **ON** – zapnuto, **OFF** – vypnuto. Zapnutí přístroje indikuje svítivá dioda nad spínačem.

Carrier Range – přepínač kmitočtových rozsahů.

Tune – ladění kmitočtu.

Output Level Coarse, Fine – hrubý a jemný dělič výstupního signálu generátoru. Údaje na stupnicích děličů vyjadřují úroveň v [dBm] nebo napětí ve [V] na připojené vnější zátěži 50 Ω . Úroveň 0 dBm je 1 mW na odporu 50 Ω .

AM: přepínač má polohy

Int DC – stejnosměrná vnitřní AM – plynulé ovládání amplitudy výstupního signálu generátoru potenciometrem ovládání hloubky AM;

Int 400 nebo 1 k – vnitřní modulace sinusovým signálem o kmitočtu 400 Hz nebo 1 kHz;

Off – amplitudová modulace vypnuta;

Ext AC nebo DC – vnější AM signálem ze zdířky **AM Input**, vazba modulačního signálu je střídavá nebo stejnosměrná. **Ext AC** se používá pro běžnou nf modulaci. **Ext DC** se používá při vnějším statickém ovládání amplitudy výstupního signálu generátoru.

AM: potenciometr ovládání hloubky AM, plynule se jím ovládá úroveň vnitřních

i vnějších modulačních signálů. Je cejchován v procentech hloubky vnitřní modulace. Pro vnější sinusový modulační signál platí cejchování pouze v případě, je-li jeho mezivrcholové napětí 2,0 V. Při jiném rozkmitu nebo při nesinusovém průběhu signálu vnější modulace je třeba údaj potenciometru přepočítat nebo kontrolovat modulaci osciloskopem.

FM: přepínač volby má polohy

Int 400 nebo 1 k – vnitřní modulace sinusovým signálem o kmitočtu 400 Hz nebo 1 kHz;

Off – kmitočtová modulace vypnuta;

Ext AC nebo DC – vnější FM signálem ze zdířky **FM Input**, vazba modulačního signálu je střídavá nebo stejnosměrná. **Ext AC** se používá pro běžnou nf modulaci. **Ext DC** se používá při vnějším statickém ovládání kmitočtu, např. při vnější stabilizaci kmitočtu generátoru smyčkou PLL, při použití generátoru jako rozmitače apod.

FM: potenciometr ovládání kmitočtového zdvihu, plynule zeslabuje vnitřní i vnější modulační signály. Je ocejchován v procentech svého přenosu. Při nastavování požadovaného zdvihu FM používáme graf na obr. 2. Pro zvolený střední kmitočet přečteme z grafu zdvihovou citlivost, tu vynásobíme mezivrcholovou hodnotou modulačního napětí (při vnitřní modulaci dvěma), a tak získáme maximální zdvih pro případ,

kdy je potenciometr nastaven na 100 %. Spočítáme, kolik procent z maximálního zdvihu je požadovaný zdvih a na tolik procent nastavíme potenciometr. Při proměřování přijímačů FM však stačí nastavovat zdvih přibližně tak, aby modulační signál byl z přijímače dobře slyšitelný.

AM Input – vstup vnější AM.

FM Input – vstup vnější FM.

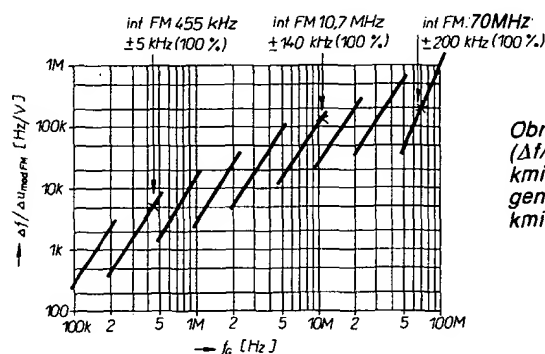
GND – zemnicí svorka,

RF 50 Ω – výstup vf signálu generátoru.

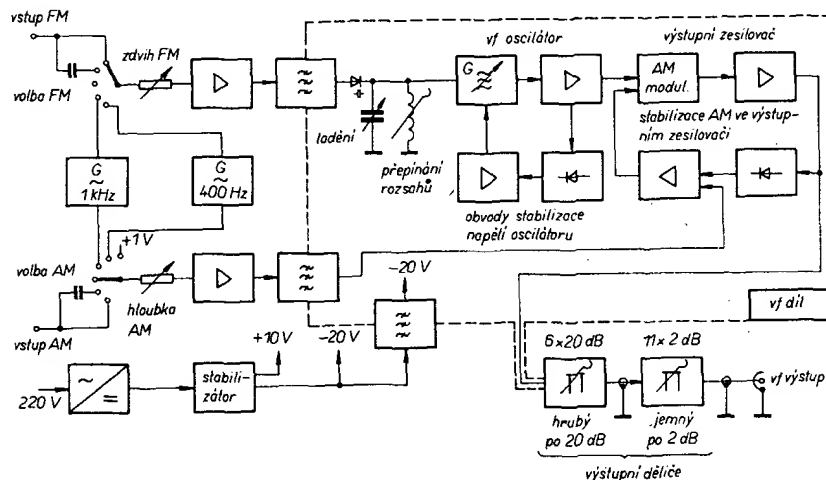
Připojení měřeného objektu

Generátor se k měřenému objektu připojuje souosým kabelem o charakteristické impedanci 50 Ω (vyhoví i 70 Ω); přitom musí být vstupní impedance měřeného objektu rovněž 50 Ω . Jen tak se dostane na vstup objektu napětí, nastavené výstupními děliči generátoru (nezávisle na kmitočtu). Má-li měřený objekt větší vstupní impedanci, musíme ke kabelu na straně měřeného objektu připojit zakončovací odpor 50 Ω , který je pak připojen paralelně ke vstupu objektu.

Stínění generátoru je pro jednoduchost záměrně zkonstruováno tak, že nežádoucí vyzařování vf energie je zanedbatelné pouze při velkých útlumech „hrubého“ výstupního děliče. To není na závadu, protože při měření citlivosti přijímačů, při němž musí být vyzařování zanedbatelné, je tento dělič nastaven na velký útlum.



Obr. 2. Závislost citlivosti FM ($\Delta f / \Delta U_{\text{mod FM}}$) na středním kmitočtu f_0 , naladěném na generátoru, je-li regulátor kmitočtového zdvihu nastaven na 100 %



Obr. 3. Blokové schéma signálního generátoru

Popis generátoru

Blokové schéma generátoru je na obr. 3.

Zdrojem měřicího signálu je vf oscilátor LC, pracující ve třídě A. Paralelně k ladicímu kondenzátoru je připojen varikap, který umožňuje rozšířit kmitočty a FM. Signál z vf oscilátoru je veden do výstupního zesilovače, v němž je amplitudově modulován a výkonově zesílen. Obvod stabilizace napětí (leveling) udržuje konstantní amplitudu signálu na výstupu zesilovače, nezávislou na nastaveném kmitočtu. Z výstupního zesilovače prochází vf

signál přes hrubý a jemný výstupní dělič na výstupní konektor generátoru.

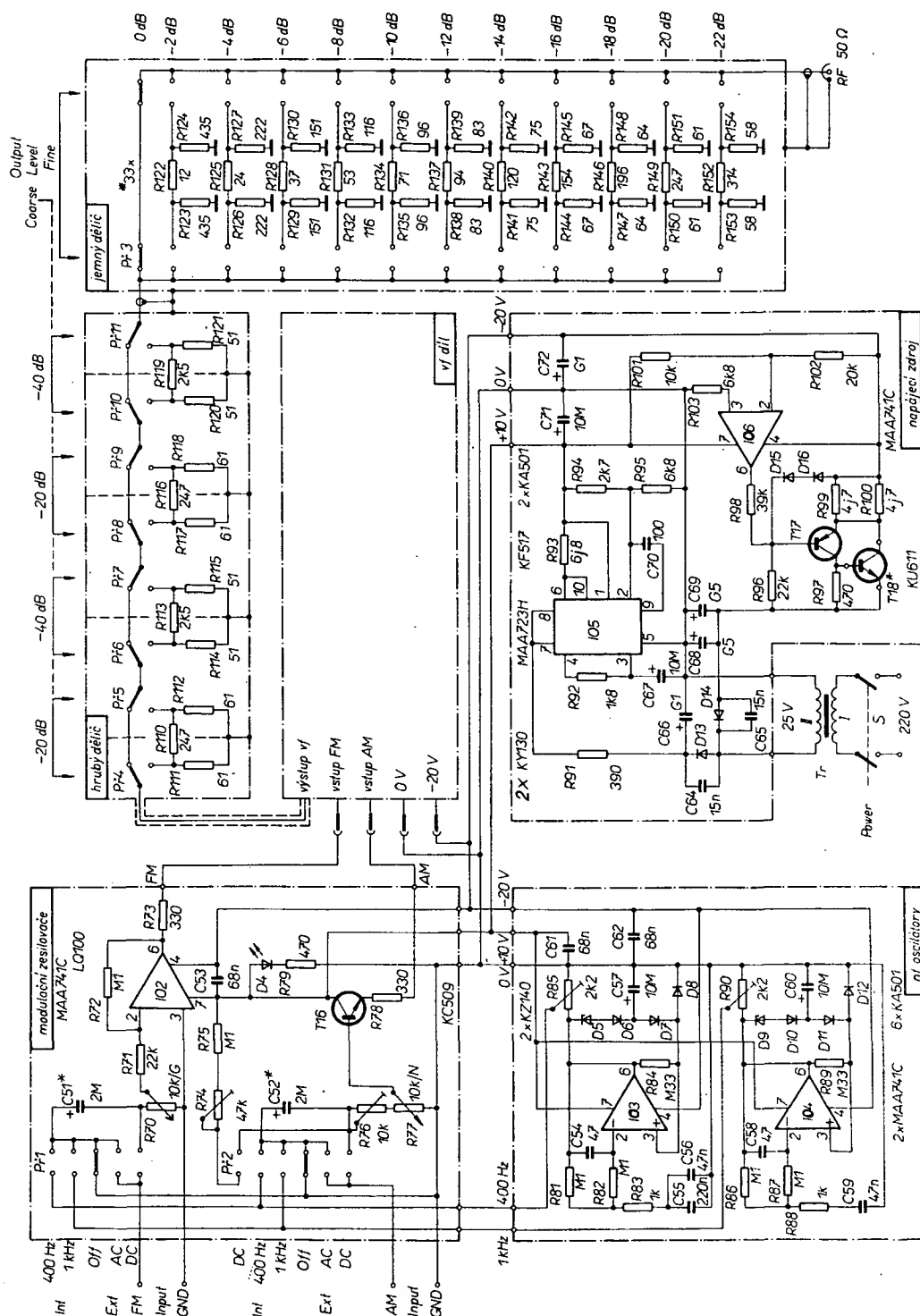
Všechny vf obvody generátoru (s výjimkou výstupních děličů) jsou uspořádány v dokonale stíněném vf dílu. S ostatními obvody jsou spojeny pouze důkladně filtrovanými přívody napájení a modulačními obvody. V dílu obsahuje i veškeré mechanické náležitosti ovládacích prvků vf obvodů (ladící přívod, aretaci přepínačů rozsahů) a tvoří tak samostatný konstrukční celek, který lze v případě opravy snadno vymout z kostry generátoru; pak je dobře přístupný ze všech stran.

Dokonale stíněna je i cesta vf signálu z vf dílu přes děliče až po výstupní konektor, takže nežádoucí vyzařování popisovaného generátoru je zanedbatelné.

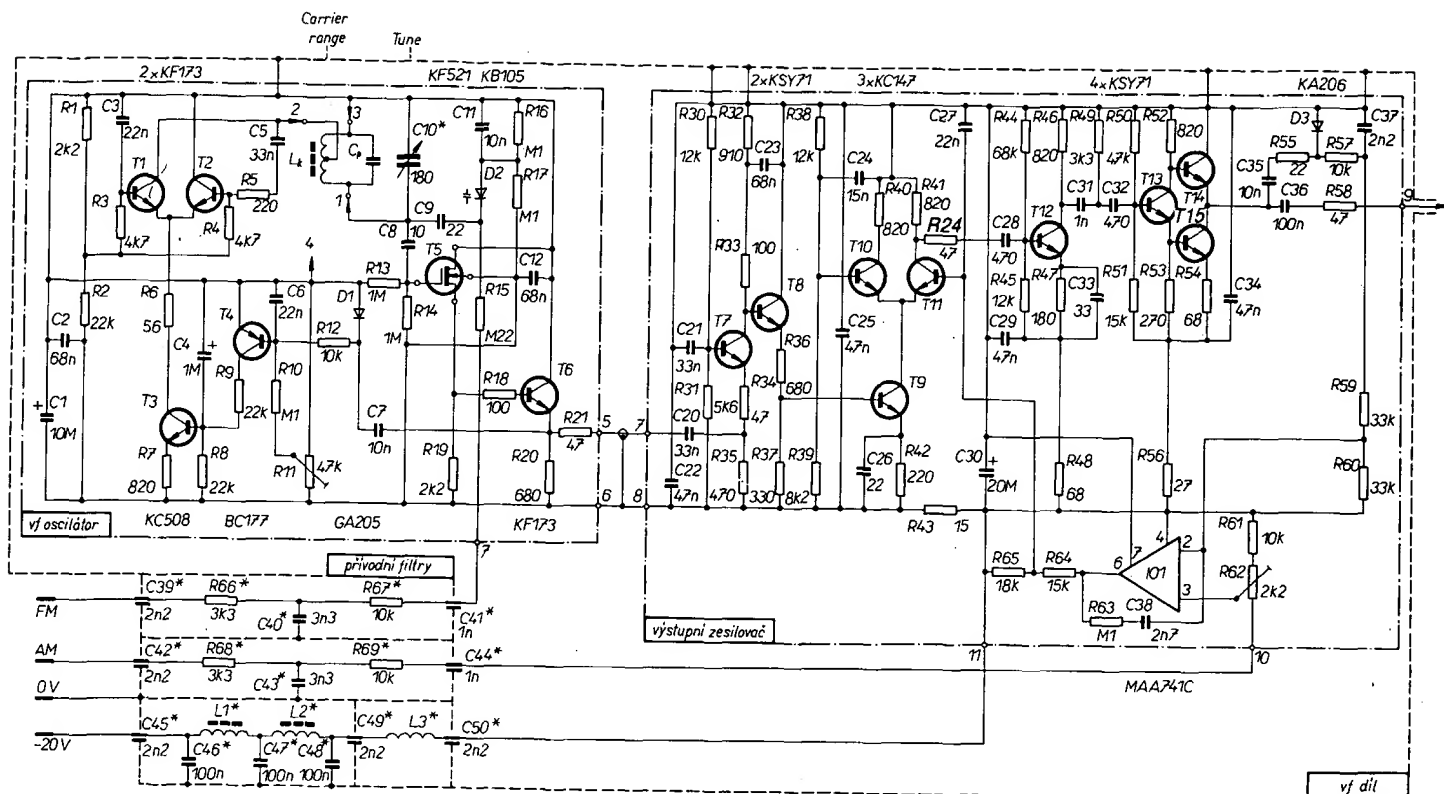
Modulační obvody generátoru dovolují nezávisle kmitočtově i amplitudově modulovat výstupní signál. Samostatnými přepínači volby modulační se volí modulační vnější – externí (vazba ss nebo st) nebo vnitřní – interní signálem o kmitočtu 400 Hz nebo 1 kHz. Zdvih FM a hloubku AM lze plynule ovládat potenciometry s oceňovanou stupnicí. V poloze Int DC přepínače volby AM lze potenciometrem pro ovládání hloubky AM plynule zvětšovat úroveň výstupního vf signálu (nemodulovaného) v mezích od 0 do +6 dB.

Napájecí zdroj generátoru dodává stabilizované napětí –20 V pro vf díl a +10 V a –20 V pro modulační obvody.

Podrobné zapojení generátoru je patrné z obr. 4 a obr. 5.



Obr. 4. Celkové schéma zapojení signálního generátoru (součástky označené * nejsou umístěny na desce s plošnými spoji)



Obr. 5. Schéma zapojení vf dílu (součástky označené * nejsou umístěny na desce s plošnými spoji)

Vř díl

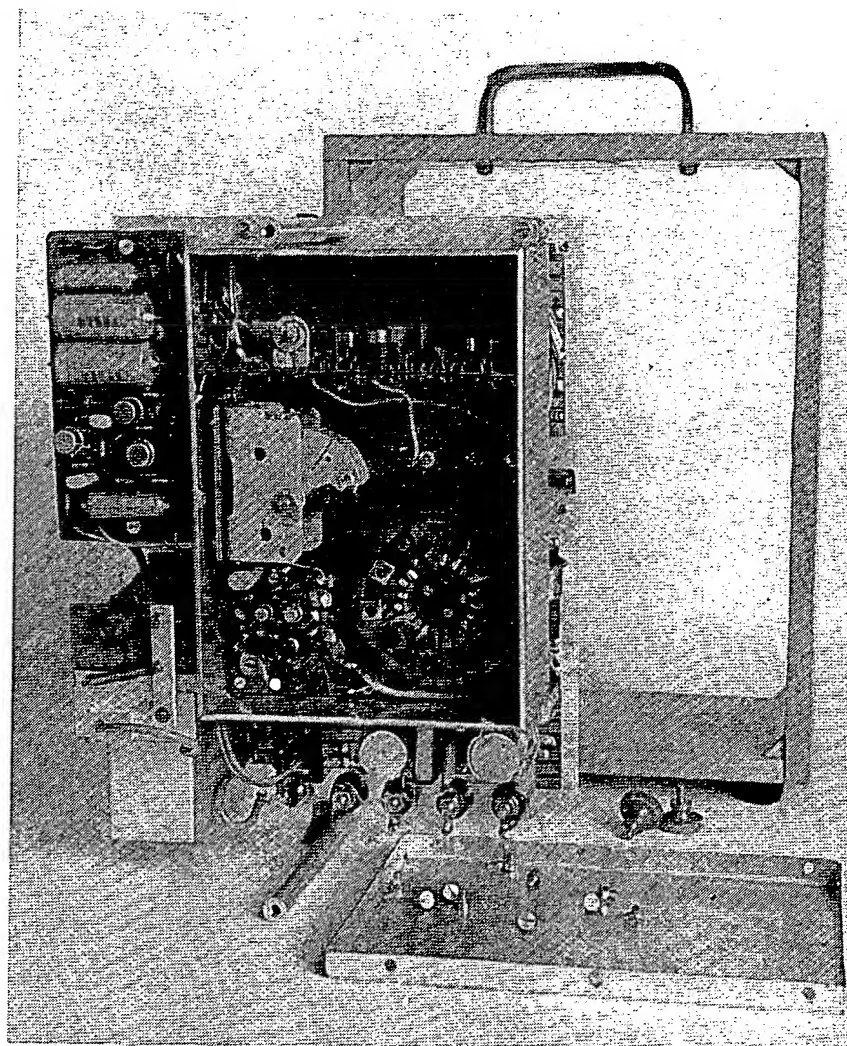
Schéma zapojení vf dílu, který obsahuje vř oscilátor, vstupní zesilovač a přivodní filtry, je na obr. 5.

Vř oscilátor

Kmitočet oscilátoru určuje paralelní rezonanční obvod LC. Kmitočtové rozsahy se volí přibližně v poměru 1:2,2 přepínáním cívek L_k karuselem. Indukčnosti cívek lze v malých mezích měnit, aby bylo možno snadno seřadit mezní kmitočty rozsahů. Plynule se oscilátor ladí otočným kondenzátorem C10 s maximální kapacitou 180 pF. Část ladící kapacity tvoří kondenzátory C_p , umístěné na karuseli, jejichž jemným doladěním lze nastavit žádané poměry mezních kmitočtů jednotlivých rozsahů. Paralelně k C10 je připojen také varikap D2, sloužící při FM k rozmitání kmitočtu. Sběračem 4 karuselu se spojuje nakrátko vždy sousední cívka nižšího rozsahu, aby neodsávala energii ze zapojené cívky.

Obvod LC se rozkmitává připojením záporného odporu k odbočce cívky L_k . Záporný odpor vytvářejí tranzistory T1 a T2, zapojené jako zesilovač s kladnou zpětnou vazbou. Velikost záporného odporu se ovládá emitorovými proudy T1 a T2 pomocí řízeného zdroje proudu T3. Proud T3 se regulační smyčkou po stabilizaci napětí oscilátoru nastavuje na všech kmitočtech tak, aby na obvodu LC byly sinusové kmity o jmenovité amplitudě.

Vř napětí se odebírá z obvodu LC kaskádou emitorových sledovačů T5 a T6. Na emitor T6 je navázán souosý kabel, odvádějící výstupní vř napětí oscilátoru do výstupního zesilovače, a detektor D1 obvodu stabilizace napětí oscilátoru. Napětí z detektoru D1 se skládá s nastavitelným napětím z trimru R11 a výsledným napětím se přes zesilovač T4 ve stabilizované smyčce řídí proud T3. Stabilizace pracuje tak, že při jmenovitém napětí na obvodu LC dává T3 takový proud, aby záporný odpor T1 a T2 generoval na obvodu LC právě toto jmenovité napětí. Zmenší-li se napětí z jakýchkoli důvodů,



Obr. 6. Pohled na signální generátor zezadu

pootevře se T3 (přes detektor D1 a zesilovač T4) a amplituda vř napětí se „vrátí“ téměř na původní hodnotu. Zvětší-li se vř napětí, působí smyčka opačně. Trimrem R11 se nastavuje předpětí T4 a tím se ovládá jmenovité vř napětí oscilátoru. Na kmitočtech v okolí 100 MHz se amplituda vř napětí na emitoru T6 zmenšuje natolik, že obvod pro stabilizaci napětí ji nestačí zregulovat ani úplným otevřením T3. Tuto závadu lze odstranit použitím kvalitnějšího tranzistoru T5 (FET), např. typu BF245A, který má oproti KF521 vyrovnanější přenos na vysokých kmitočtech. Zmenšení amplitudy výstupního napětí oscilátoru však není příliš závažné, protože je stačí vyrovnat obvod pro stabilizaci úrovně výstupního zesilovače.

Používat obvod pro stabilizaci napětí oscilátoru k amplitudové modulaci není vhodné, protože by současně vznikala značná parazitní kmitočtová modulace.

Výstupní zesilovač

Vstupní tranzistory (T7 v zapojení se společnou bází a T8 v zapojení se společným kolektorem) výstupního zesilovače tvoří oddělovací stupeň. Jeho malý vstupní odpor je potřebný pro přizpůsobení k souosému kabelu od oscilátoru. Oddělovací stupeň je nutno použít z toho důvodu, aby další stupeň (s řízeným zesílením) neovlivňoval kmitočet oscilátoru. Dělič R36, R37 zmenšuje vř napětí na úroveň, kterou stupeň s řízeným zesílením zpracuje se zanedbatelným zkreslením. Trimrem R11 nelze tak malou úroveň nastavit přímo u výstupního signálu oscilátoru, protože by pak špatně pracoval detektor D1 smyčky pro stabilizaci napětí oscilátoru. Stupeň s řízeným zesílením obsahuje tranzistory T9, T10 a T11 a pracuje na principu rozdělování proudu. T9 je zapojen jako zdroj vř proudu, který se tranzistory T10 a T11 rozděluje do zatěžovacích odporů R40 a R41. Poměr obou proudů (a tím i velikost napětí na R41) se ovládá napětím báze T11. Řízené vř napětí z R41 se zesiluje napětovým zesilovačem T12 v zapojení se společným emitorem se silnou zápornou zpětnou vazbou (emitorovým odporem R47). Kapacita paralelně připojeného kondenzátoru C33 zvětšuje zesílení na vysokých kmitočtech; tím se vyrovnává pokles zesílení ostatních stupňů. Za T12 je zapojena horní propust a za ní koncový výkonový stupeň. Horní propust zabráňuje pronikání nř modulačního signálu ze stupně s řízeným zesílením do detektoru stabilizační smyčky a tím brání jejímu rozkmitání. Koncový stupeň pracuje jako emitorový sledovač s aktivní zátěží. T13 invertuje a vhodně napětově zesiluje vř signál pro koncové tranzistory T14 a T15. Výstup koncového stupně je přes přizpůsobovací odpor R58 zaveden do souosého vedení k výstupním děličům generátoru.

Podstatnou částí výstupního zesilovače je obvod pro stabilizaci napětí. Je tvořen detektorem D3, diferenciálním operačním zesilovačem IO1 a stupněm s řízeným zesílením. Detektor D3 odvozuje z výstupního vř napětí koncového stupně analogové stejnosměrné napětí. Aby detektor pracoval lineárně i při malých amplitudách vř napětí, je do D3 zaveden malý přední klidový proud. Analogové napětí z detektoru se v diferenciálním zesilovači porovnává s referenčním napětím, přivedeným z modulačního zesilovače pro AM. Vhodným zapojením výstupu modulačního zesilovače je kompenzována teplotní závislost detektoru. Zesíleným napětím odchylky se ovládá

stupeň s řízeným zesílením. Ten udržuje na výstupu koncového stupně stále takové vř napětí, aby analogové napětí z něj odvozené bylo rovno referenčnímu napětí. Proto má koncový stupeň zdánlivě nulový výstupní odpor, a kolísání amplitudy výstupního vř napětí v závislosti na kmitočtu, které je určeno pouze plochou kmitočtovou charakteristikou detektoru, je velmi malé. Kolísání napětí vř oscilátoru a nevyrovnané kmitočtové charakteristiky stupňů výstupního zesilovače výstupní vř napětí neovlivňují, pokud ovšem stupeň s řízeným zesílením nepracuje „na doraz“. Velikost referenčního napětí lze jemně nastavovat trimrem R62 a tím seřizovat amplitudu výstupního vř napětí.

Obvod pro stabilizaci napětí ve výstupním zesilovači se používá i k amplitudové modulaci. Nř modulační napětí se superponuje na stejnosměrné referenční napětí a amplituda vř signálu pak toto modulační napětí sleduje. Zkreslení modulační obálky je určeno amplitudovou linearitou detektoru D3 a až do hloubky 90 % AM je zanedbatelné. Zpětnovazební člen C38, R63 a integrační článek C27, R64 a R65 optimalizují kmitočtovou charakteristiku stabilizační smyčky.

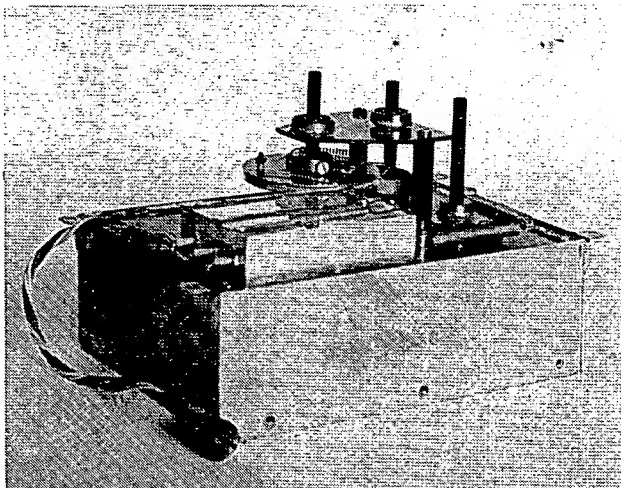
Přívodní filtry

Přívodní filtry zabráňují nežádoucímu výstupu vř energie z vř dílu po napájecích vodičích. Filtry pro přívod modulačních signálů AM i FM je z konstrukčních důvodů výhodné volit typu RC, protože jejich odpory lze zahrnout do modulačních obvodů. Údaje součástek filtrů musí být dodrženy, protože filtry současně určují i kmitočtové charakteristiky modulátorů. Filtr napájecího napětí -20 V musí mít co nejmenší vnitřní odpor, proto je realizován jako filtr LC.

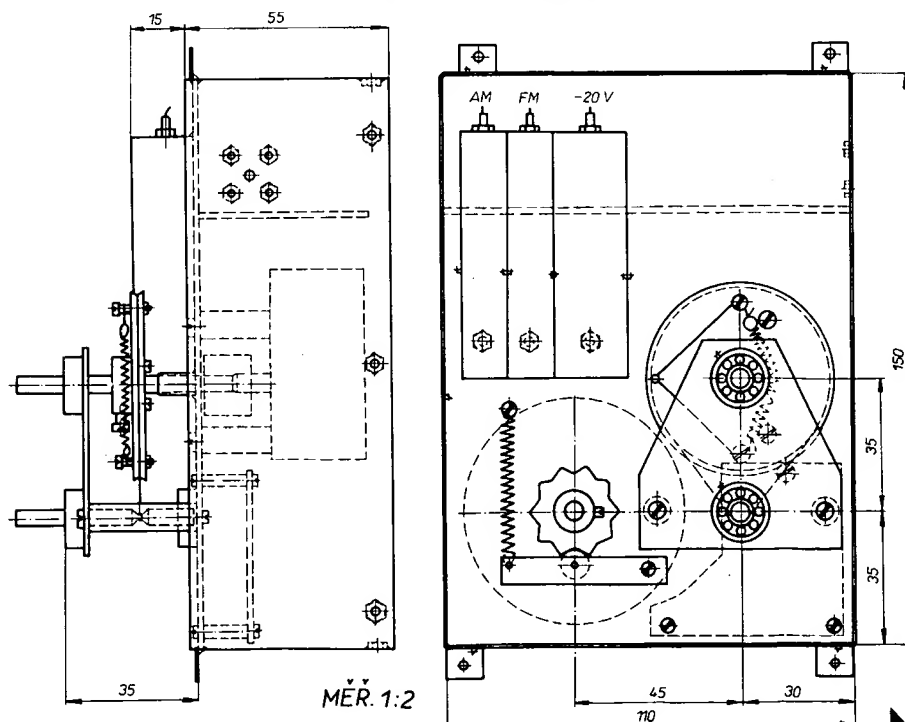
Konstrukce vř dílu

Mají-li vř obvody dobře pracovat, musí být také správně mechanicky provedeny. Vnitřní uspořádání vř dílu je patrné z fotografie na obr. 6. Pohled na mechanické součásti na přední stěně vř dílu je na obr. 7. Zjednodušený výkres sestavy vř dílu, z něhož lze odvodit rozměry všech dílů, je na obr. 8 (rozměry rozpěrných sloupků jsou uvedeny v obr. 20).

Přední stěna vř dílu je zhotovena z oboustranně plátovaného kuprextitu.



Obr. 7. Pohled na vř dílu ze strany převodů

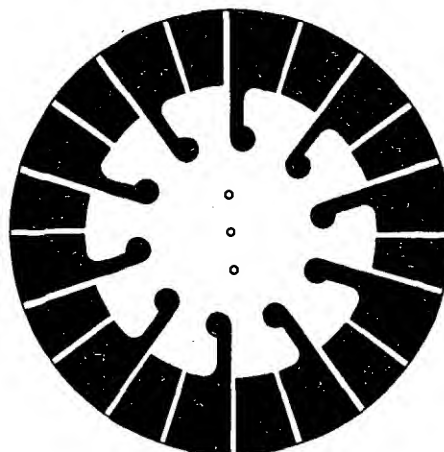
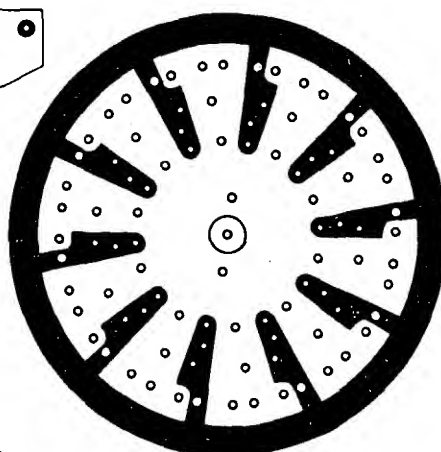
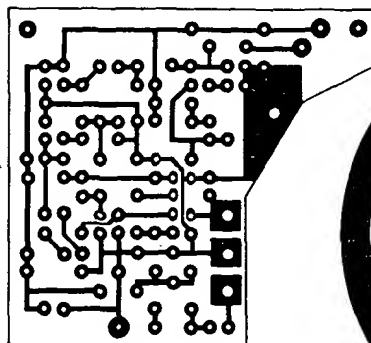


Obr. 8. Sestava vř dílu

Boční stěny jsou z pásu ocelového pocínovaného plechu o šířce 55 mm a tloušťce 0,5 mm, který je souvisle připájen k oběma fóliím přední stěny. Na užší boky v dílu jsou zevně připájeny upevňovací patky, kterými se díl pomocí rozpěrných sloupků připevňuje k přednímu panelu generátoru. Zadní stěna v dílu tvoří víko, zhotovené rovněž z ocelového pocínovaného plechu tloušťky 0,5 mm. Víko

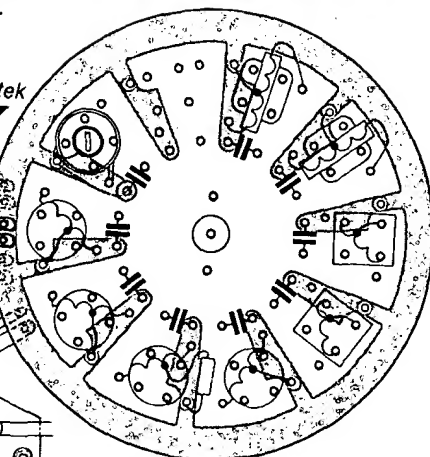
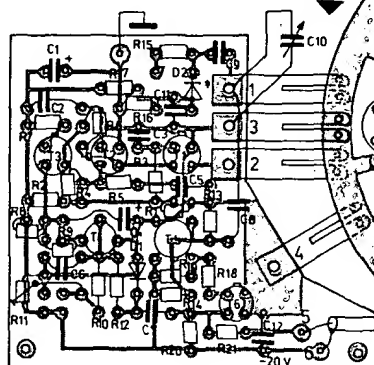
má ohnuté okraje o šířce 10 mm, v rozích zapájené, a musí jít těsně nasunout na v dílu. Víko se připevňuje dvanácti šrouby M3, rozmístěnými rovnoměrně po jeho obvodu. Připevňovací otvory se vrtají při nasazeném víku současně do víka i boxu. V dolní části v dílu je umístěn v oscilátor s karuselem pro přepínání rozsahů. Jejich desky s plošnými spoji jsou na obr. 9.

Deska s plošnými spoji oscilátoru je připevněna k přední stěně v dílu třemi rozpěrnými sloupky se šrouby M2. Transistor T5 je zasunut do malé objímky. Sběrače karuselu jsou zhotoveny z kontaktů z telefonních relé a jsou k desce s plošnými spoji přinýtovány a připájeny. Deska s plošnými spoji karuselu je oboustranně plátována a je povrchově upravena postříbením nebo poniklová-



Obr. 9. Desky Q115 a Q116 v oscilátoru a karusele s rozmístěním součástek.

Fólie na karusele je ze strany součástek



ním (např. v „Nikliku“). Cívky jsou do desky s plošnými spoji vlepeny lepidlem ChS Eposy 1200. Navíjecí předpisy cívek jsou uvedeny v tab. 1. Podle použitého ladícího kondenzátoru (nebo při použití odlišných cívkových tělísek) je nutno upravit počty závitů.

Hřídel karuselu je zhotoven z izolantu (texgumoidové nebo novodurové kulatiny o průměru 5 mm), aby se zamezilo v vyzařování z v dílu. Je těsně nasunut do dvou kuličkových ložisek, připájených svými vnějšími kroužky z obou stran přední stěny v dílu. Proti osovému posunu je hřídel zajištěn pojistnými kroužky, které jsou k němu připevněny „červíky“. Na kroužku uvnitř v dílu je přišroubována dvěma šrouby M2 deska s plošnými spoji karuselu. Na kroužek vně v dílu je připájen aretační rohátka. Aretační kladka, zapadající do rohátky, je na páce, tažené do záběru pružinou. Cep páky i závěs pružiny jsou upevněny na přední stěně v dílu. Je vhodné použít aretační páku ze starších přepínačů TESLA.

Tab. 1. Navíjecí předpis cívek karuselu

Skutečný rozsah [MHz]	Počet závitů mezi vývody 1-2	Počet závitů mezi vývody 2-3	Průměr drátu [mm]	Tvar cívky, materiál feritového jádra	Poznámka
0,1 až 0,23	420	70	0,1	EE 3×3, H12	doladit mezerou 0,1 až 0,3 mm a zalepit Epoxy 1200
0,22 až 0,48	200	30	0,1	EE 3×3, H12	
0,45 až 1,1	115	45	0,08	japonská mříčková 7×7 mm	převinutá
1,0 až 2,1	65	18	0,08		převinutá
2,0 až 5,0	35	35	10×0,05	Ø 5-M4, NO5	vinuto v kablíkem
4,9 až 11,5	32	12	0,2	Ø 5-M4, NO5	v sérii s odbočkou je odpor 22 Ω
10 až 21	10	5	0,5	Ø 5-M4, NO5	
20 až 51	3	3	0,6	Ø 5-M4, NO1	
50 až 110	150 pF	1,5	0,8	Ø 8-M4, NO1	cívka je samonosná, tělísko drží jen jádro

Pozn.: na rozsahu 50 až 110 MHz je mezi vývody 1 a 2 zapojen kondenzátor 150 pF pro zmenšení maximální ladící kapacity C10

Ladící kondenzátor C10 je jakostní vzduchový, jeho největší kapacita má být 180 pF, úhel otáčení 180°. Rotor kondenzátoru musí mít spolehlivý kontakt s kostrou. Hloubka kondenzátoru musí být malá, aby se i se spojkou hřídele vešel do boxu. Lze použít některé vzduchové dvojité ladící kondenzátory ze starších tranzistorových přijímačů, popřípadě rozřezáním upravit obyčejný větší dvojité typ na plochý jednoduchý kondenzátor. Kondenzátor je svým předním čelem pomocí rozpěrných sloupků přišroubován k přední stěně v dílu. Přes kondenzátor je vodičem, spojujícím jeho kostru se sběračem 3 karuselu, uzemněn celý v oscilátor. Hřídel kondenzátoru musí být ještě uvnitř boxu nastaven hřídelem z izolantu – texgumoidu nebo novoduru o průměru 5 mm, aby nevyzařoval v energii. Aby se v energii z v dílu nevyzařovala ani otvorem pro hřídel, je okolo otvoru připa-

jena manžeta délky 8 mm, stočená z pocínovaného plechu, kterou hřídel prochází.

Ladící převod je lankový (s textilním lankem), protože je přesný, spolehlivý a lze jej snadno amatérsky zhotovit. Hřídel ladícího kondenzátoru je vně v dílu uložen v kuličkovém ložisku, připájeném k subpanelu v dílu. Na konec hřídele, vyčnívající z ložiska, je upevněn ukazatel kmitočtové stupnice generátoru. Mezi ložiskem a přední stěnou v dílu je na hřídeli nasazen kotouč ladícího převodu. Kotouč má průměr 50 mm, je vysoustružen z duralového plechu tloušťky 4 mm a přišroubován k mosaznému náboji. Z bubínku vyčnívá šroub, který omezuje úhel jeho otáčení, dorazy jsou připájeny k přední stěně v dílu. Úhel otáčení kotouče musí být omezen proto, aby nebyla namáhána spojka hřídele, a aby se tím nemohla změnit vzájemná poloha hřídele s ukazatelem stupnice vůči rotoru. Na kotouči je též umístěna napínací pružina lanka. Hřídel jemného ladění je rovněž zhotoven z izolantu o průměru 5 mm. V místě, kde ho opasává třemi závitů převodové lanko, má zahloubený žlábek kruhového profilu, v němž má menší průměr asi 2,5 mm. Hřídel je uložen ve dvou kuličkových ložiskách. Jedno je připájeno k přední stěně v dílu, druhé k jeho subpanelu. Proti vysunutí je hřídel zajištěn závlačkou. Hřídel jemného ladění je opatřen třetí brzdou, která způsobuje tužší, ale vláčný chod ladění. Na hřídel je naražen silonový kroužek, na který tlačí ocelová pásková pružina, zaklesnutá mezi rozpěrné sloupky subpanelu. Na hřídel jemného ladění je nasazen knoflík většího průměru s klíčkou pro rychlé přeladování.

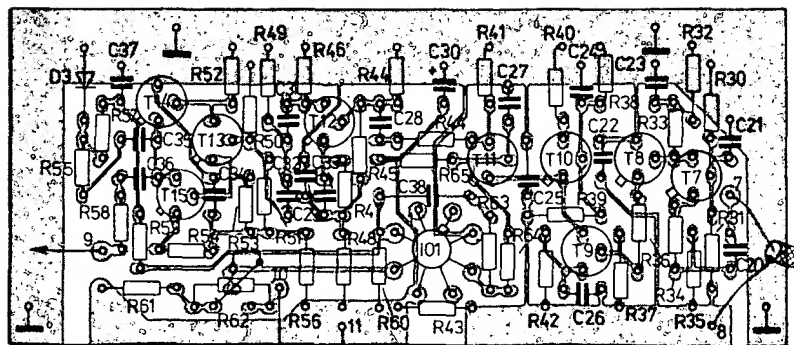
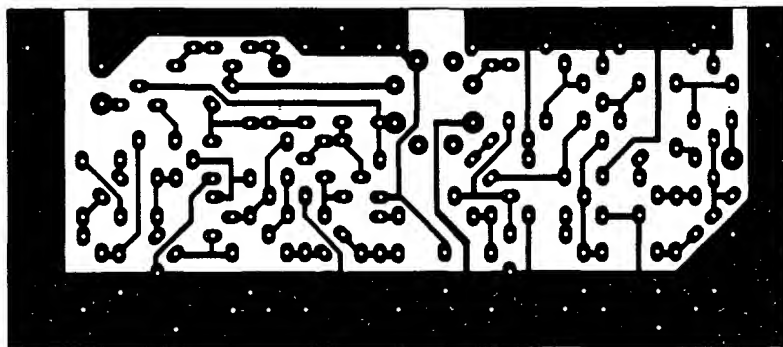
V horní části v dílu je kolmo k jeho přední stěně několika drátky za zemní fólii připájena deska výstupního zesilovače. Deska s plošnými spoji výstupního zesilovače je na obr. 10. Integrovaný obvod IO1 je umístěn v objímce. V signál je na desku přiveden z vř oscilátoru sousým kablíkem. V signál je z desky veden na improvizovaný konektor, umístěný na boku vř dílu. Odtud je veden sousým vedením do „hrubého“ děliče. Souosé vedení je zho-

toveno z měděné trubky o vnějším průměru 3 mm, již prochází vnitřní vodič s dielektrikem. Připojit dělič k vř dílu obyčejným sousým kabelem není možné – kabel značně vyzařuje. Na obou koncích měděné trubky jsou připájeny příruby, kterými je trubka přišroubována k vř dílu a k děliči. Spoj vnitřního vodiče s děličem je trvalý (lze jej pouze rozpájet po rozebrání děliče), spoj s vř dílem je kvůli případným opravám rozebíratelný. Improvizovaný konektor je zhotoven tak, že z vř dílu je signál vyveden na miniaturní zdířku, do níž se zasouvá kolíček, připájený na vnitřní vodič sousého vedení. Matice pro čtyři šroubky M2 příruby jsou připájeny zevnitř vř dílu.

Z vnější strany vř dílu je k jeho přední stěně souvisle připájen stínící kryt přivodních filtrů. Kryt je zhotoven z pásky ocelového pocínovaného plechu o šířce 17 mm a tloušťce 0,5 mm. Jednotlivé větve filtrů jsou odděleny stínicími přepážkami. Navíjecí předpisy cívek L1, L2, L3 jsou v tab. 2. Feritové hrníčky cívek L1 a L2 jsou staženy mosaznými šroubky, kterými jsou pak přichyceny k přední stěně vř dílu. Výstupy filtrů procházejí dovnitř vř dílu průchodkovými kondenzátory. Vstupy filtrů tvoří průchodkové kondenzátory, umístěné na boku krytu. Jejich vnitřní vodiče jsou připájeny na pomocnou desku s plošnými spoji, na které jsou spojeny s propojovacím kablíkem vř dílu. Kablík je zhotoven stočením čtyř měděných lanek o průřezu 0,35 mm² s izolací PVC, má délku 170 mm a je zakončen pětipólovou nf zástrčkou

Tab. 2. Navíjecí předpis cívek napájecího filtru

Cívka	Provedení
L1, L2	100 z drátu CuL o \varnothing 0,2 mm, do hrníčkového jádra z feritu H12 o \varnothing 14 mm, bez mezery
L3	60 z drátu CuL o \varnothing 0,2 mm, válcově těsně na průměr 5 mm, bez jádra



AM -20V

Obr. 10. Deska s plošnými spoji Q117 výstupního zesilovače a rozmístění součástek (odpor, umístěný na desce pod C30 má být správně označen R24, nikoli R44)

bez krytu. K vř dílu je kablík mechanicky upevněn ohnutým páskem z pocínovaného plechu, připájeným k přední stěně dílu. Po zapojení a přezkoušení průchodnosti filtrů je jejich stínící kryt zakryt víčky z pocínovaného plechu, která se k němu souvisle připájejí.

Hrubý dělič

Schéma zapojení hrubého děliče je součástí celkového schématu na obr. 4. Dělič je tvořen čtyřmi útlumovými články tvaru II s útlumy po 20 a 40 dB, které se řadí do kaskády mikrosplínačů, ovládaných vačkovým hřídelem. Vstupní i výstupní odpor článků je 50 Ω .

Dělič je sestaven z odporů TR 191. Jejich odpor je třeba udržet s přesností alespoň 2% a lze je vybrat s použitím přesného ohmmetru z řady E 24. Jednodušší je však „dostavit“ na přesnou hodnotu odpory z řady E 12. K tomu použijeme vždy odpor nejbližší menší hodnoty. Opatrně z něj seškrábeme lak a tvrdou pryží otíráme odporovou vrstvu. Odpor průběžně měříme (nejlépe číslicovým ohmmetrem). Po dosažení požadované hodnoty přetřeme odpor ochrannou vrstvou nitrobarvy.

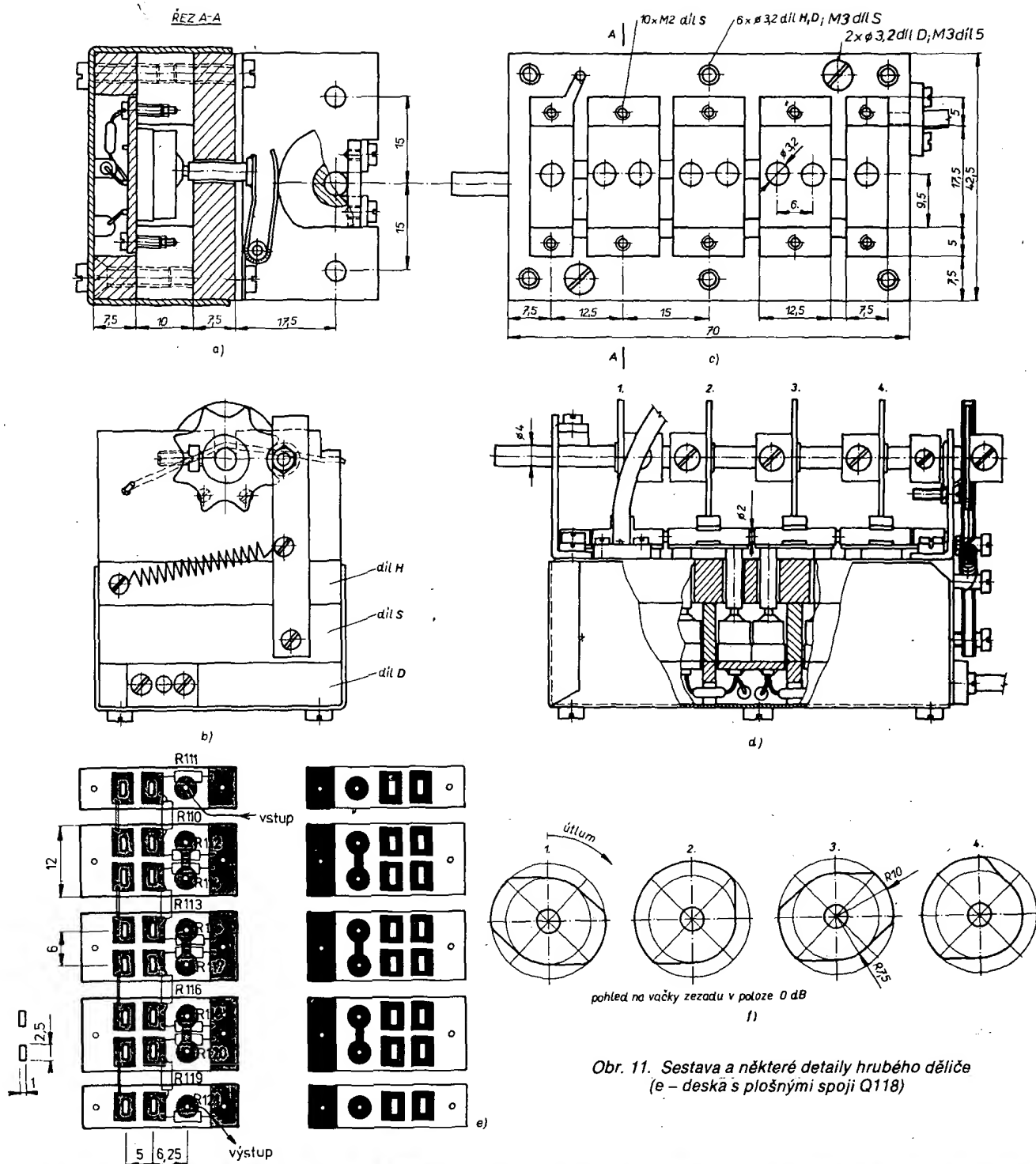
Zatímco elektrické schéma děliče je velmi jednoduché, mechanické provedení je náročné. Dělič nesmí vyzařovat vř energii a jeho dělicí poměr musí být kmitočtově nezávislý. Přitom musí být ovládání děliče jednoduché – jedním knoflíkem. Výkresy sestavy mechanického řešení děliče, které tyto požadavky dobře splňuje, jsou na obr. 11a až f, podrobnosti provedení jsou vidět na fotografiích v obr. 12 a obr. 13.

Dělič je zkonstruován jako samostatný stavební díl, který se upevňuje dvěma šroubky M3 k přednímu panelu generátoru.

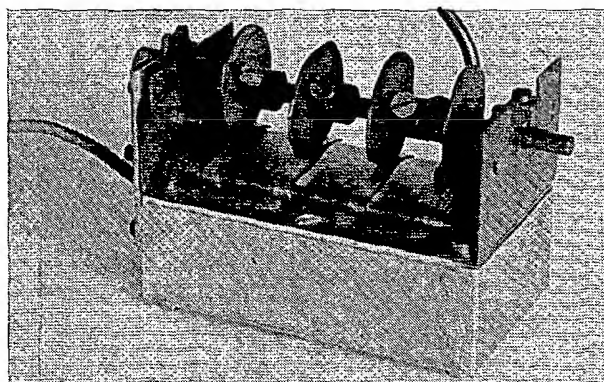
Těleso děliče je z duralu a má tvar kvádru; jsou do něj zapuštěny mikrosplínače a odpory útlumových článků, dokonale oddělené tlustými stínicími přepážkami. Mikrosplínače se ovládají kolíky z izolantu, procházejícími otvory v tlusté stěně tělesa. Vačkový hřídel působí na kolíky přes přenosové pružiny, které umožňují vyrovnat výrobní nepřesnosti a zmenšují namáhání mikrosplínačů. Aby bylo možno zhotovit dělič amatérskými prostředky, je jeho těleso sestaveno ze tří duralových desek H, S a D. V každé desce jsou odvrtnými a vypilování zhotoveny příslušné otvory. Po sesazení desek a jejich stažení šrouby vznikne blok s požadovanými dutinkami. Aby dělič nevyzařoval, musí desky dokonale dosedat. Víko děliče je zhotoveno z pocínovaného plechu tloušťky 0,5 mm a má tvar žlábků, který těsně celé těleso děliče objímá.

Mikrosplínače jsou zapájeny do pomocných desek s plošnými spoji (viz obr. 11e), jež jsou připevněny šrouby M2 do tělesa děliče. Vř energie se do děliče přivádí sousým vedením s pláštěm z měděné trubky. Vedení je k tělesu děliče připojeno přírubou, připájenou k plášti. Aby se zabránilo vyzařování pod přírubou, vyčnívá plášť z příruby 7 mm a tento konec je těsně zasunut do stěny tělesa děliče. Na výstupu z děliče je signál vyveden sousým kabelem. Stínící opředení kabelu je k tělesu děliče přitisknuto přírubou.

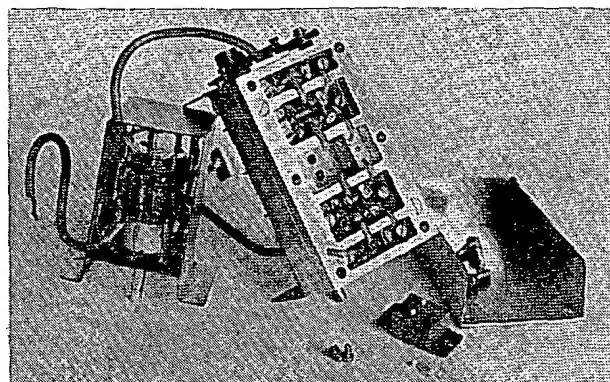
Kolíky, přes něž jsou spínány mikrosplínače, jsou z organického skla (nebo jiné izolační hmoty); jsou to tyčinky o průměru 3 mm, dlouhé asi 10 mm. Páskové pružiny pro přenos pohybu z vaček na kolíky jsou fosforbronzové a jsou zhotoveny z kontaktů tzv. plochých relé TESLA. Pásky jsou ohnuty do tvaru U. V ohybech jsou



Obr. 11. Sestava a některé detaily hrubého děliče
(e – deska s plošnými spoji Q118)



Obr. 12. Pohled na hrubý dělič ze strany váček



Obr. 13. Pohled na jemný dělič a do částečně rozebraného hrubého děliče

k nim připájeny mosazné trubičky, které slouží jako ložiska. Trubičky všech pružin jsou „na doraz“ navléknuty na ocelový drát, přichycený ke stahovací šroubům tělesa děliče. Na koncích u kolíků jsou k pružinám připájeny příčné pásy, aby každá pružina ovládala dva mikrospínače.

Vačkový hřídel je ocelový o průměru 4 mm. Vačky jsou mosazné a jsou připájeny na náboje, které se šroubky připevní ke hřídeli. Tvar vaček a jejich vzájemné natočení vyplývá z tab. 3 a je nakresleno na obr. 11f.

K usnadnění případných oprav je hřídel uložen tak, aby jej bylo možno z děliče vyjmout jako celek, bez nutnosti sundávat jednotlivé vačky. Hřídel je uložen do výřezů v čelech děliče. V zadním čele je držen pružinou z ocelového drátu o průměru 1 mm, v předním čele mosazným páskem, přišroubovaným k patkám, ohnutým z čela. Osověmu posuvu hřídele brání pojistné kroužky, upevněné na hří-

deli okolo zadního čela. Na vnějším kroužku je připájena aretační rohátka, do níž zapadá kladka, nesená aretačním ramenem. Upevňovací šroub vnitřního kroužku je využit k vymezení úhlu otáčení hřídele tím, že naráží na dorazové šrouby, zašroubované do zadního čela.

Po sestavení děliče zkontrolujeme správné pořadí a spolehlivost spínání mikrospínačů. Spolehlivé spínání seřídíme ohýbáním přenosových pružin tak, aby spínaly vždy oba spínače současně, a aby po sepnutí nebo po vypnutí byla vždy určitá rezerva zdvihu vačky. Překlopení mikrospínače indikuje slabé cvaknutí.

Rozměry a konstrukční podrobnosti děliče nejsou příliš kritické a je možno je z výrobních i materiálůvých důvodů upravit. Vždy je však třeba dodržet základní myšlenku konstrukce.

Jemný dělič

Schéma zapojení jemného děliče je součástí celkového schématu zapojení generátoru na obr. 4. Dělič je tvořen dvanácti útlumovými články, které mají útlumy 0, 2, 4, ..., 22 dB a jednotlivě se zařazují do cesty signálu dvoupólovým přepínačem. Články mají vstupní i výstupní odpor 50 Ω.

Dělič je sestaven z odporů TR 191, o kterých platí totéž, co již bylo řečeno o odporech hrubého děliče.

Konstrukce jemného děliče je jednoduchá a je patrná z fotografie na obr. 13. Dělič nemusí být příliš stíněn, protože jeho maximální útlum je malý. Přepínač je vestavěn do kostry, ohnuté z pásky ocelového pocínovaného plechu tloušťky 0,5 mm. Čelo děliče je zhotoveno z oboustranně plátovaného kuprextitu. U čela jsou na kostře ohnuty patky s otvory pro připevnění děliče k přednímu panelu ge-

nerátoru. Kostra zajišťuje mechanickou kompaktnost děliče a slouží k „bezindukčnímu“ zemnění příčných odporů útlumových článků. Je použit třípaketo- vý přepínač. Střední paket má všechny vývody uzemněné na kostru a působí jako stínění.

Modulační zesilovače

V generátoru jsou dva modulační zesilovače – pro AM a FM. Jejich schéma zapojení je na obr. 4.

Na vstupech obou zesilovačů jsou přepínače modulačních signálů. Vnější modulace se na ně vede ze zdířek **AM Input** a **FM Input**, vnitřní z nf oscilátorů; napětí pro stejnosměrné vnitřní AM se odebírá z napájecího napětí +10 V a přesně se nastavuje trimrem R74.

Modulační signál AM se vede z přepínače P72 přes trimr R76 pro nastavení citlivosti zesilovače AM na potenciometr R77 pro ovládání hloubky AM. Knoflík potenciometru je opatřen ukazatelem, který na lineární stupnici od 0 do 90 indikuje v procentech hloubku vnitřní AM. Vzhledem k dostatečné citlivosti modulačního vstupu výstupního zesilovače ve vř dílu je modulační zesilovač tvořen pouze emitorovým sledovačem T16, který odděluje modulační vstup AM u vř dílu od běžce potenciometru. Dioda báze-emitor T16 též kompenzuje teplotní závislost detektoru ve smyčce pro stabilizaci napětí výstupního zesilovače.

Modulační signál FM se vede z přepínače P71 na potenciometr R70 pro ovládání kmitočtového zdvihu. Potenciometr má logaritmický průběh, aby bylo možno jemně nastavovat zdvih v oblasti malých i velkých hodnot. Na knoflíku potenciometru je ukazatel, který na stupnici od 0 do 100 udává skutečný zdvih v procentech z maximálního zdvihu, uvedeného v grafu na obr. 2. Operační zesilovač IO2 se zpětnou vazbou odděluje běžec potenciometru od modulačního vstupu FM u vř dílu a pětikrát zesiluje modulační signál – na úroveň, vhodnou pro varikap. Při vnější FM pilovitým napětím lze generátor užívat jako rozmtač. Jeho vlastnosti však nejsou příliš dobré, protože kmitočtový zdvih je poměrně malý a nelineární, daný vlastnostmi varikapu a jeho jednoduchého zapojení.

Deska s plošnými spoji modulačních zesilovačů je na obr. 14. Integrovaný obvod IO2 je umístěn v objímce. Deska s plošnými spoji je využita jako subpanel pro připevnění ovládacích prvků – přepínačů P71, P72, potenciometrů R70, R77, síťového spínače S a indikační diody D4. D4 je připájena ze strany spojů tak, aby poněkud vyčnívala z předního panelu generátoru. Deska s plošnými spoji je připevněna k přednímu panelu generátoru třemi rozpěrnými sloupky.

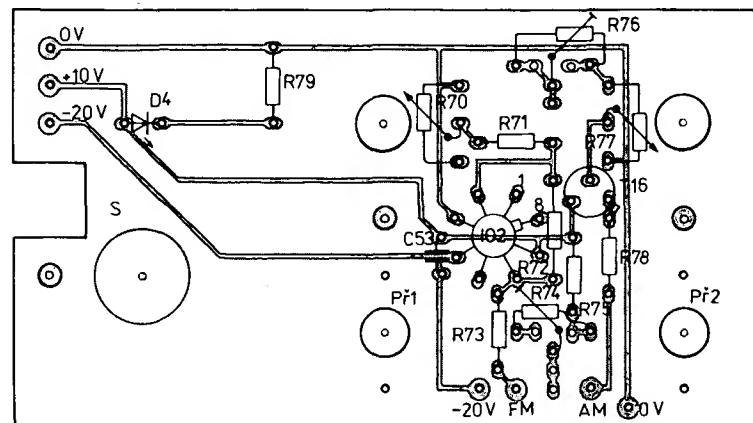
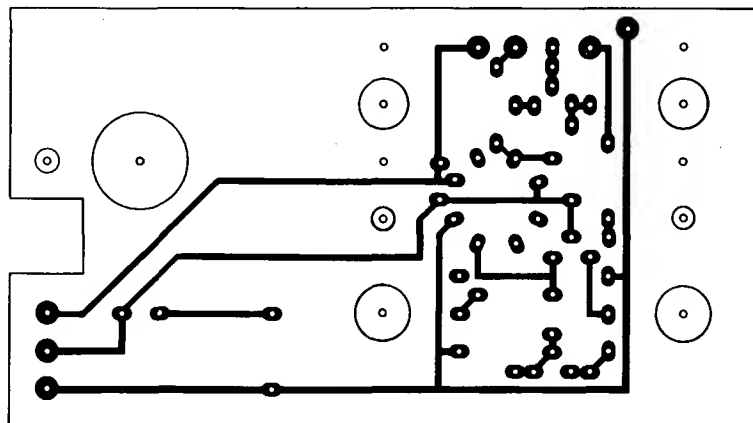
Výstupní signál od modulačních zesilovačů k vř dílu je vyveden na pětipólovou nf zásuvku bez krytu, upevněnou pod vř dílem k přednímu panelu generátoru.

Nf oscilátory

Schéma zapojení nf oscilátorů je na obr. 4. Nf oscilátory jsou dva a dodávají signály o kmitočtech 400 Hz a 1 kHz pro vnitřní modulaci. K dosažení nezkresleného sinusového signálu bylo zvoleno zapojení, které není nejjednodušší, ale zato nevyžaduje žádné speciální součástky. Jako aktivní prvek oscilátoru je použit operační zesilovač. Kmitočet určuje přemostěný článek T, zapojený v záporné větvi zpětné vazby. Podmínku harmonického průběhu signálu bez zkreslení zajiš-

Tab. 3. Řazení útlumových článků

Vačka	1.	2.	3.	4.
útlum [dB]	20	40	20	40
0	–	–	–	–
20	0	–	–	–
40	0	–	0	–
60	–	0	0	–
80	–	0	–	0
100	0	0	–	0
120	0	0	0	0



Obr. 14. Deska s plošnými spoji Q119 modulačních zesilovačů s rozmístěním součástek

fuje obvod pro stabilizaci úrovně, zapojený ve větvi kladné zpětné vazby.

Vtip zapojení spočívá v tom, že přemostěný článek T přenáší na vstup zesilovače pouze velmi malé napětí, takže v obvodu stabilizace úrovně lze k řízení přenosu použít proměnný dynamický odpor obyčejných křemíkových diod, aniž by se signál ztuhlil.

Trimry R85 a R90 se nastavuje mezivrcholová hodnota výstupního napětí oscilátorů na 2,0 V.

Deska s plošnými spoji nf oscilátorů je na obr. 15. Integrované obvody jsou umístěny v objímkách. Deska s plošnými spoji se připevňuje krátkými rozpěrnými sloupky přímo k přednímu panelu generátoru.

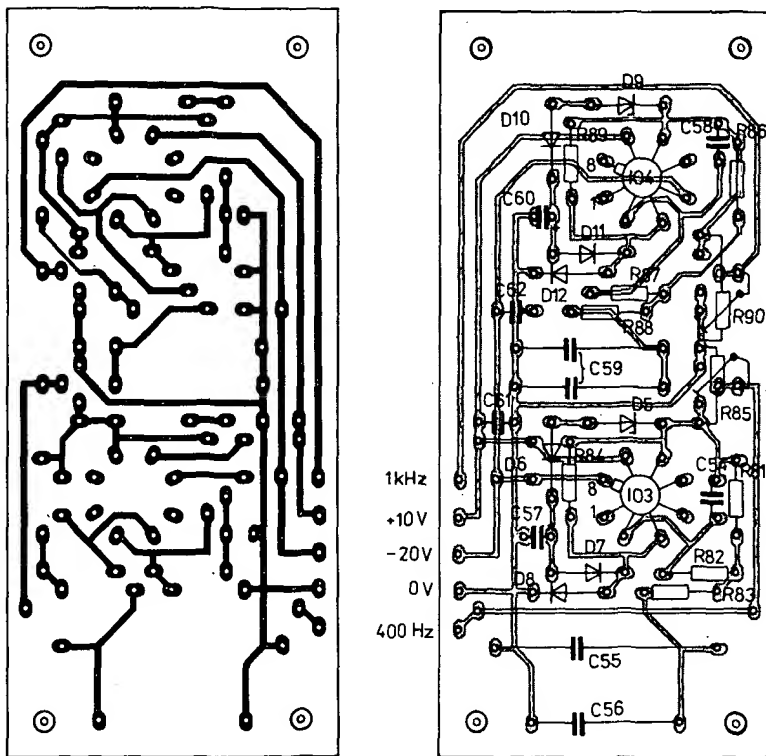
Napájecí zdroj

Schéma zapojení je na obr. 4. Zdroj dodává stabilizovaná napětí +10 V a -20 V. Hrubě vyfiltrovaná napětí obou

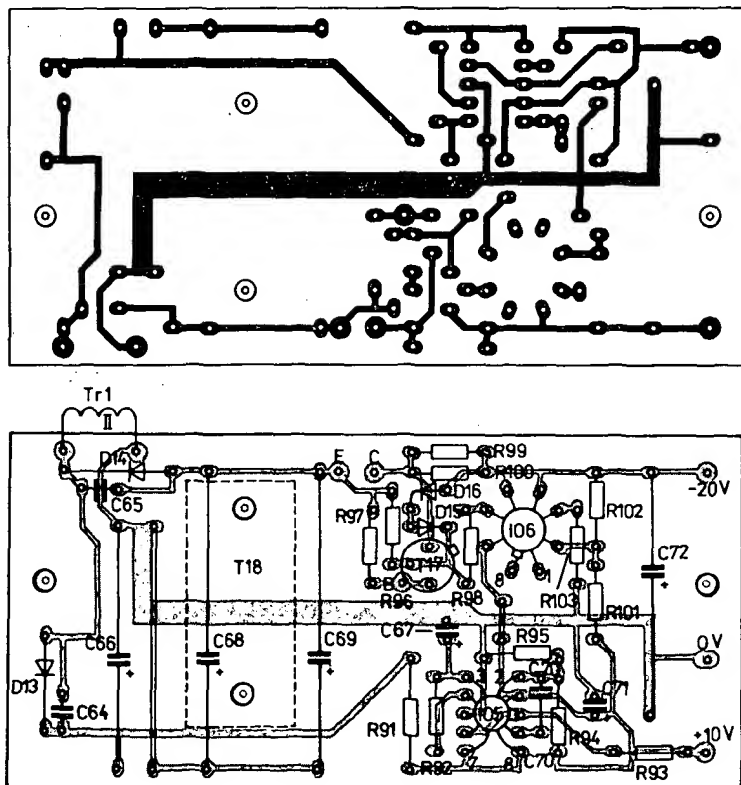
polarit se získávají jednoduše usměrněním z jediného sekundárního vinutí síťového transformátoru Tr. Napětí +10 V se stabilizuje integrovaným stabilizátorem MAA723 v základním zapojení. Odpor R93 slouží k omezení zkratového proudu asi na 100 mA. Stabilizátor -20 V využívá jako referenční napětí stabilizované napětí +10 V. Jeho výstupní napětí -20 V se s referenčním napětím porovnává a odchylka se zesiluje operačním zesilovačem IO6. Na výstup zesilovače je připojen sériový regulátor, tvořený tranzistory T17 a T18 v komplementárním Darlingtonově zapojení, který odchylku vyrovnává. Dělič R96, R98 posouvá stejnosměrné napětí báze T17 vůči výstupu zesilovače, aby mohl obvod vůbec pracovat. Diody D15, D16 a odpory R99 a R100 omezují zkratový proud asi na 300 mA.

Deska s plošnými spoji zdroje je na obr. 16. Oba integrované obvody jsou umístěny v objímkách. Objímka pro IO5 je upravena z objímky DIL odříznutím nadbytečných kontaktů. Tranzistor T18 je připevněn na chladiči, zhotoveném z hliníkového plechu tloušťky 1,2 mm. Tvar a uchycení chladiče jsou vidět na obr. 17.

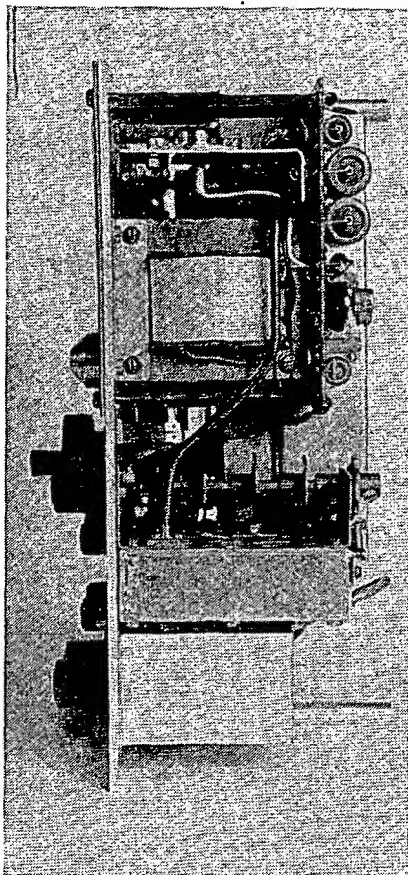
Síťová přívodka je připevněna na zadní stěně generátoru a se síťovým vypínačem je propojena improvizovaným konektorem, aby byla zadní stěna volně odnímatelná. Síťový spínač je připevněn na desce s plošnými spoji modulačních zesilovačů, takže podélným otvorem v předním panelu prochází pouze jeho páčka. Deska s plošnými spoji modulačních zesilovačů nese i diodu D4, indikující zapnutí sítě. Síťový transformátor je svými patkami přišroubován přímo k přednímu panelu - nahoře vedle vř. Nad síťovým transformátorem je na rozpěrných sloupkách přišroubována deska s plošnými spoji napájecího zdroje.



Obr. 15. Deska s plošnými spoji Q120 nf oscilátorů s rozložením součástek



Obr. 16. Deska s plošnými spoji Q121 zdroje s rozmístěním součástek



Obr. 17. Pohled do signálního generátoru ze strany napájecího zdroje

Seznam součástek

Vf oscilátor

Odpory (typu TR 191, TR 212 apod., trimr R11 typu TP 095 nebo TP 011)

R1, R19	2,2 kΩ
R2, R8, R9	22 kΩ
R3, R4	4,7 kΩ
R5	220 Ω
R6	56 Ω
R7	820 Ω
R10, R16, R17	100 kΩ
R11	47 kΩ, trimr
R12	10 kΩ
R13, R14	1 MΩ
R15	220 kΩ
R18	100 Ω
R20	680 Ω
R21	47 Ω

Kondenzátory

C1	10 μF/35 V, TE 005
C2, C12	68 nF/32 V, TK 783
C3, C6	22 nF/32 V, TK 783
C4	1 μF/70 V, TE 988
C5	33 nF/12 V, TK 782
C7, C11	10 nF/12,5 V, TK 782
C8	10 pF/40 V, TK 754
C9	22 pF/40 V, TK 754
C10	180 pF, otočný, viz text

Polovodičové součástky

T1, T2, T6	KF173 (SF245)
T3	KC508
T4	BC177 (BC157)
T5	KF521 (BF245A)
D1	GA205
D2	KB105A

Cívkový karusel

L _k	viz tab. 1
C _p	3,3 pF až 33 pF/40 V, TK 754, vybrat při nastavování kmitočtových rozsahů

Výstupní zesilovač

Odpory (typu TR 191, TR 212 apod., trimr R62 typu TP 011 nebo TP 040)

R24, R34, R58	47 Ω	R47	180 Ω
R30, R38, R45	12 kΩ	R48, R54	68 Ω
R31	5,6 kΩ	R49	3,3 kΩ
R32	910 Ω	R50	47 kΩ
R33	100 Ω	R51, R64	15 kΩ
R35	470 Ω	R53	270 Ω
R36	680 Ω	R55	22 Ω
R37	330 Ω	R56	27 Ω
R39	8,2 kΩ	R57, R61	10 kΩ
R40, R41		R59, R60	33 kΩ
R46, R52	820 Ω	R62	2,2 kΩ, trimr
R42	220 Ω	R63	100 kΩ
R43	15 Ω	R65	18 kΩ
R44	68 kΩ		

Kondenzátory

C20, C21	33 nF/32 V, TK 783
C22, C25	
C29, C34	47 nF/32 V, TK 783
C23	68 nF/32 V, TK 783
C24	15 nF/32 V, TK 783
C26	22 pF/40 V, TK 754
C27	22 nF/32 V, TK 783
C28, C32	470 pF/40 V, TK 724
C30	20 μF/35 V, TE 005
C31	1 nF/40 V, TK 724
C33	33 pF/40 V, TK 754
C35	10 nF/32 V, TK 783
C36	100 nF/12,5 V, TK 782
C37	2,2 nF/40 V, TK 724
C38	2,7 nF/63 V, TGL 5155

Polovodičové součástky

T7, T8	
T12, T13	KSY71 (SF245)
T9, T10, T11	KC147 (KC507)
T14, T15	KSY71
D3	KA206
IO1	MAA741C

Přívodní filtry

Odpory	
R66, R68, R67, R69	3,3 kΩ, TR 191, TR 212 apod. 10 kΩ

Kondenzátory

C39, C42	2,2 nF, keramický,
C45, C49, C50	průchodkový
C40, C43	3,3 nF/40 V, TK 744
C41, C44	1 nF, keramický, průchodkový

Cívkový

L1, L2, L3	viz tab. 2
------------	------------

Hrubý dělič

Odpory (typu TR 191, viz text)	
R111, R112, R117, R118	61 Ω
R110, R116	247 Ω
R114, R115, R120, R121	51 Ω
R113, R119	2,5 kΩ

Ostatní součástky

Př4 až Př11	mikrospínač WN 559 00
-------------	-----------------------

Jemný dělič

Odpory (typu TR 191, viz text)	
R123, R124	435 Ω
R122	12 Ω
R126, R127	22 Ω
R125	24 Ω
R129, R130	151 Ω
R128	37 Ω
R132, R133	116 Ω
R131	53 Ω
R135, R136	96 Ω
R134	71 Ω
R138, R139	83 Ω
R137	94 Ω
R141, R142	75 Ω
R140	120 Ω
R144, R145	67 Ω
R143	154 Ω
R147, R148	64 Ω
R146	196 Ω
R150, R151	61 Ω
R149	247 Ω
R153, R154	58 Ω
R152	314 Ω

Ostatní součástky

Př3	přepínač WK 533 39
-----	--------------------

Modulační zesilovač

Odpory (typu TR 191, TR 212 apod., trimr R74 a R76 typu TP 011 nebo TP 040)

R70	100 kΩ/G, TP 160
R71	22 kΩ
R72, R75	100 kΩ
R73, R78	330 Ω
R74	47 kΩ, trimr
R76	10 kΩ, trimr
R77	10 kΩ/N, TP 160
R79	470 Ω

Nf oscilátory

Odpory (typu TR 191, TR 212 apod., trimr R85 a R90 typu TP 011 nebo TP 040)

R81, R82, R86, R87	100 kΩ
R83, R88	1 kΩ
R84, R89	330 kΩ
R85, R90	2,2 kΩ, trimr

Kondenzátory

C54, C58	47 pF/40 V, TK 754
C55	220 nF/100 V, TC 215
C56, C59	47 nF/250 V, TC 216
C57, C60	10 μF/10 V, TE 002
C61, C62	68 nF/32 V, TK 783

Polovodičové součástky

IO3, IO4	MAA741C
D5, D9	KZ140
D6 až D8, D10 až D12	KA501

Kondenzátory

C51, C52	2 μF/70 V, TE 988
C53	68 nF/32 V, TK 783

Polovodičové součástky

IO2	MAA741C
T16	KC509
D4	LQ110

Ostatní součástky

Př1, Př2	přepínače WK 533 36
----------	---------------------

Napájecí zdroj

Odpory (typu TR191, TR212 apod., není-li uvedeno jinak)

R91	390 Ω/0,5 W, TR 512
R92	1,8 kΩ
R93	6,8 Ω
R94	2,7 kΩ
R95	6,8 kΩ
R96	22 kΩ
R97	470 Ω
R98	39 kΩ
R99, R100	4,7 Ω
R101	10 kΩ
R102	20 kΩ

Kondenzátory

C64, C65	15 nF/40 V, TK 744
C66, C72	100 μF/35 V, TE 986
C67, C71	10 μF/10 V, TE 002
C68, C69	500 μF/35 V, TE 986
C70	100 pF, TK 754

Polovodičové součástky

D13, D14	KY130/80
D15, D16	KA501
T17	KF517
T18	KU611
IO5	MAA723H
IO6	MAA741C

Ostatní součástky

Tr	síťový transformátor, jádro EI 20×20, tl. plechů 0,5 mm; vinutí I – 220 V, 2600 z drátu CuL o Ø 0,1 mm, vinutí II – 25 V, 300 z drátu CuL o Ø 0,335 mm, proklad mezi vinutí I a II – 2 oviny olejovým plátnem
S	páčkový spínač dvoupolový

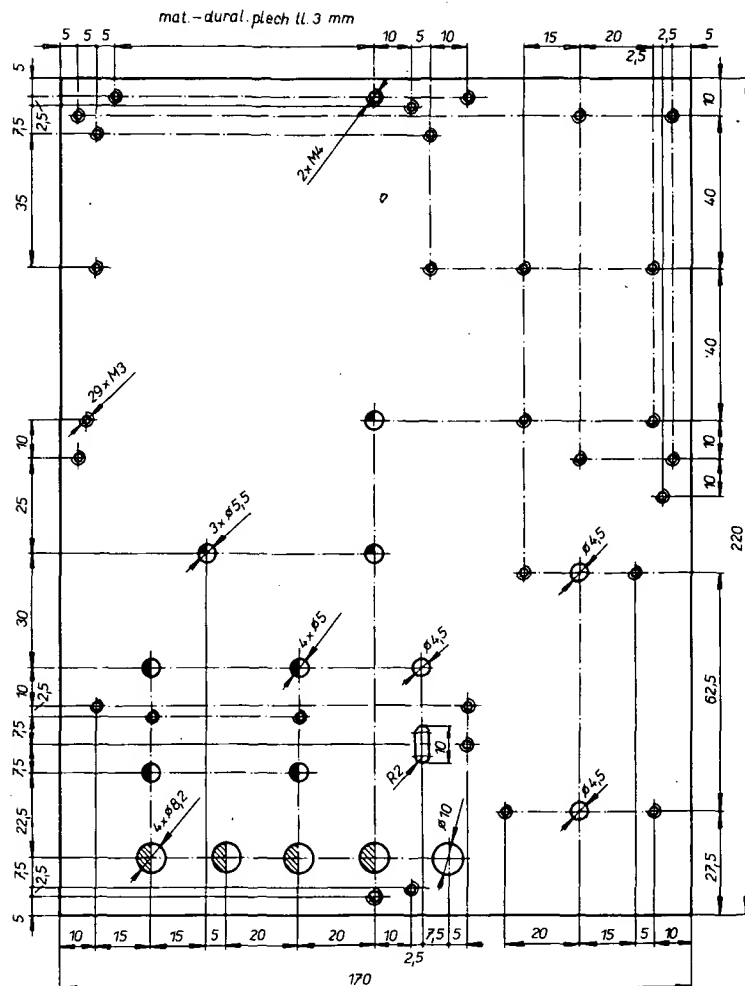
Mechanická konstrukce

Nosným prvkem celého generátoru je jeho přední panel, zhotovený z duralového plechu tloušťky 3 mm. Výrobní výkres panelu je na obr. 18. Jednotlivé díly generátoru jsou k panelu přišroubovány přímo nebo pomocí rozpěrných sloupků. Jejich rozmístění je patrné z výkresu sestavy generátoru na obr. 19. Výkres rozpěrných sloupků je na obr. 20.

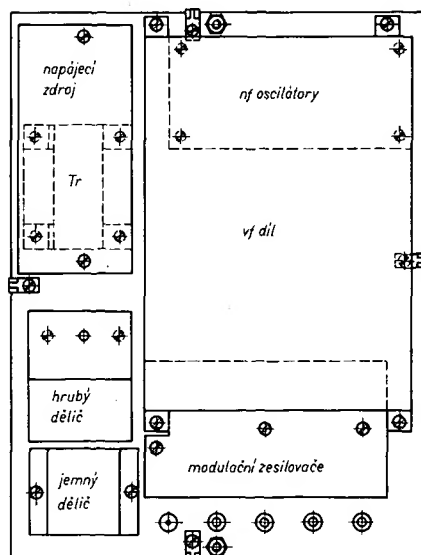
Povrchová úprava ponechává panelu jeho kovový vzhled. Panel je vybroušen a mořen v louhu sodném. Pak je popsán obtisky Propisot a tuší a nakonec přestříkán lakem Pragosorb. Kmitočtová stupnice je zhotovena fotografickou cestou z předlohy, překreslené z provizorní stupnice, vzniklé při cejchování generátoru. Fotografie stupnice je nalepena na laminátovou desku. Ukazatel je zhotoven z proužku organického skla, přišroubovaného na náboj, vysoustružený z duralu. Knoflíky s průměrem kleštiny 6 mm jsou na hřídele v dílu o průměru 5 mm nasazeny přes vymezovací vložky, navinuté ve tvaru spirály z drátu o průměru 0,5 mm. Knoflíky mají přilepené „límečky“ z průhledné plastické hmoty, na které jsou zespoda nalepeny filmy s popisem. Filmy jsou kontaktně okopírovány z předlohy napsané obtisky Propisot.

Skříňka generátoru je slepena ve tvaru rámečku z dubových nebo ořechových prkének širokých 100 mm a tlustých 8 mm. V rozích je rám vyztužen špalíky trojúhelníkovitého průřezu, na které dosedají přední a zadní panel generátoru tak, aby lícovaly s čely skřínky. Na dolní stěně skřínky jsou přišroubovány pryžové nožky, horní stěna je opatřena držadlem pro přenášení přístroje. Skříňka je vybroušena a nalakována nátěrem Celomat.

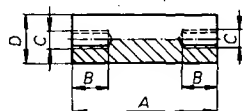
Vnitřek skřínky je vylepen tenkou mraznou stínicí fólií. Na předním i zadním panelu generátoru jsou sběrače, zhotovené z pružných kontaktů telefonních přermykačů, které zabezpečují dotyk panelů s fólií.



Obr. 18. Přední panel



Obr. 19. Sestava signálního generátoru při pohledu zezadu



Obr. 20. Rozpěrné sloupky generátoru. Materiál: šestihran nebo kulatina z mosazi nebo z oceli

Zadní panel generátoru je rovný duralový plech tloušťky 2 mm; jeho rozměry jsou stejné jako rozměry předního panelu. Při horním i dolním okraji má vyvrtány větrací otvory, u dolního okraje je k němu připevněna síťová přívodka. S předním panelem se spojuje rozpěrnými sloupky.

Oživení a nastavení

Pro výběr součástek do generátoru, jeho oživení, nastavení a ocejchování budeme potřebovat zejména tyto přístroje: Univerzální ručkové měřidlo, např. typu PU 120. Při měření ss napětí ve vř obvodech připojujeme voltmetr k „živému“ vodiči přes odpor asi 4k7, který oddělí vř složku a vyloučí zatížení obvodu dlouhým přívodem voltmetru. Přesný ohmmetr pro výběr nebo nastavení odporů do děličů. Nejvhodnější je čísli-

cový multimetr, dobře vyhoví i přesnější můstek, např. Icomet.

Širokopásmový osciloskop (se šířkou pásma alespoň 5 MHz) s kalibrovanými citlivostmi zesilovače pro svislé vychylování. Osciloskopem měříme všechna napětí v generátoru na nízkých kmitočtech. Diodový detektor podle obr. 21 jako přípravek k ss voltmetru. Detektorem měříme vř napětí na vyšších kmitočtech. Detektor ocejchujeme osciloskopem na kmitočtu např. 0,5 MHz. Všechna vř napětí se musí měřit na přizpůsobených impedancích, tj. na zatěžovacím odporu 50 Ω. Čítač do 110 MHz. Čítačem přímo měříme kmitočty při seřizování rozsahů a při ocejchování kmitočtové stupnice. Pokud je k dispozici pouze čítač do 10 MHz, vyplatí se zhotovit k němu rychlý předřadný dělič 10x z 10 Schottky-TTL. Kromě toho lze kmitočty měřit i dalšími v radiotechnice obvyklými metodami, které jsou ale podstatně pracnější a zdouhavější.

Generátor oživujeme počínaje pomocnými obvody, jako jsou napájecí zdroj, nf oscilátor a modulační zesilovač.

Zdroj musí dodávat napětí v toleranci ±5 %, větší odchylky opravíme změnou odporů R94 nebo R95, nejlépe připojením vhodných paralelních odporů. Zdroje vyzkoušíme na omezení proudu.

U nf oscilátorů přezkoušíme kmitočty, případné odchylky odstraníme změnou kondenzátorů C55, C56 a C59.

Zkontrolujeme průchodnost signálů modulačními zesilovači.

Pak připojíme vř díl, v němž nejprve oživíme a nastavíme vř oscilátor. Oscilátor odpojíme od výstupního zesilovače, provizorně na něj přivedeme napájení a na konec souosého kabelu s výstupním vř signálem připojíme namísto výstupního zesilovače zatěžovací odpor 50 Ω. Na tomto odporu měříme napětí osciloskopem nebo diodovým detektorem, nebo kmitočty čítačem. Karusel přepneme na kmitočtový rozsah 0,5 až 1 MHz a trimrem R11 nastavíme na zatěžovacím odporu mezivrcholové napětí 0,5 V. Pak rozsah „usadíme“. Připojením kondenzátoru vhodné kapacity C_p nastavíme horní konec rozsahu, doladíme cívkou L_k seřídíme dolní konec rozsahu. Postup několikrát zopakujeme, protože se nastavovací prvky vzájemně ovlivňují. Pak postupně dalšími C_p a L_k „usazujeme“ ostatní rozsahy. Pokud nestačí cívku doladit jádrem, musí se zkusmo přivínout nebo odvinout několik závitů. Pro cívky nejnižších dvou rozsahů nejsou k dispozici doladitelná jádra. Proto cívky předběžně naladíme změnou mezery mezi feritovými jádry E vkládáním tenkých papírků, pak cívky zalepíme Epoxi 1200, a po kontrole, že vyhovují, je vlepieme do karuselu. Po naladění všech rozsahů zkontrolujeme nezávislost výstupního napětí oscilátoru na kmitočtu. Od 0,1 do 50 MHz může napětí kolísat asi o 1 dB, na nejvyšším rozsahu smí být pokles asi 6 dB. Správnou činnost smyčky pro stabilizaci napětí oscilátoru kontrolu-

Sloupek připevňuje	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	Kusů
zadní stěnu	95	10	M4	OK7	2
vř díl	35	10	M3	OK5,5	4
desku s plošnými spoji napájecího zdroje	70	10	M3	OK5,5	2
desku s plošnými spoji modulačních zesilovačů	10	10	M3	OK5,5	3
desku s plošnými spoji nf oscilátoru	4	4	Ø 3,2	Ø 6	4
subpanel vř dílu	27	10	M3	OK5,5	2
desku s plošnými spoji vř oscilátoru	12	6	M2	Ø 4	3
otočný kondenzátor	x)	10	M3	OK5,5	3

Pozn.: x) délka podle použitého kondenzátoru

jeme měřením napětí na kolektoru T4. Na žádném kmitočtu by neměl být T4 zcela sepnut, aby proudový zdroj T3 pracoval vždy s určitou rezervou a stabilizace byla aktivní. Při použití T5 typu KF521 není tento požadavek na nejvyšších kmitočtech splněn, ale lze se s tím smířit. Má-li oscilátor na některých rozsazích sklon kmitat také na velmi vysokých kmitočtech, lze tyto nežádoucí oscilace odstranit

malým odporem, zapojeným na karuselu v sérii s odbočkou cívky.

Po oscilátoru oživíme a nastavíme výstupní zesilovač. Připojíme ho k oscilátoru a jeho výstup zatížíme odporem 50 Ω . Na zatěžovacím odporu pak měříme napětí a kmitočet. Přenos výstupního zesilovače seřídíme trimrem R62 na kmitočet 0,5 MHz při vypnuté AM tak, aby na zatěžovacím odporu bylo mezivrcholové napětí 0,63 V. Tím je v díl nastaven a vrátíme se k seřízení modulační části.

Trimry R85 a R90 nastavíme mezivrcholové výstupní napětí nf oscilátorů na 2,0 V.

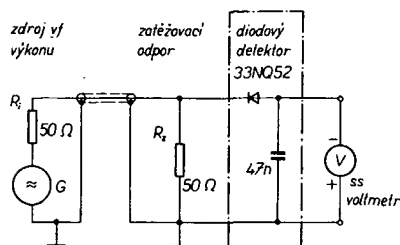
Pak nastavíme citlivost modulačního zesilovače AM. Přepneme na **AM Int 400 Hz**, potenciometr R77 nastavíme na 90 % AM a trimrem R76 nastavíme tuto hloubku na výstupu výstupního zesilovače. Hloubku AM nastavujeme na kmitočet 1 MHz a měříme ji osciloskopem. Během seřizování citlivosti (nebo až nakonec vnějším nf signálem) zkontrolujeme chování modulatoru AM (tj. obvodu pro stabilizaci napětí výstupního zesilovače) při přebuzení. Modulační obálka musí být

okolo nulové úrovně omezena bez větších zákmitů. Odezvu stabilizační smyčky při přebuzení lze zkorigovat úpravou časových konstant jejich členů RC.

Nakonec v poloze **AM Int DC** nastavíme trimrem R74 na příslušném kontaktu přepínače Př2 napětí +1 V. Diodovým detektorem zkontrolujeme, že výstupní zesilovač dává úroveň +6 dBm v celém kmitočtovém rozsahu. Zmenšuje-li se úroveň na vyšších kmitočtech, zvětšíme korekční kapacitu (C33), popř. prověříme jakost tranzistorů v oscilátoru a výstupního zesilovače.

Po oživení a nastavení všech obvodů generátoru připevníme s konečnou platností v díl, připojíme k němu děliče, vyzkoušíme je, zkontrolujeme nežádoucí vlivy vyzařování a také zkontrolujeme činnost FM.

Kmitočtovou stupnici ocechujeme teprve po krátkém zkušebním provozu, když se ujistíme, že je vše v pořádku a že nic nebudeme upravovat. Cejchujeme při nasazení zadní stěny dílu, která poněkud rozlaďuje cívky.



Obr. 21. Diodový detektor k voltmetru

Osciloskop 20 MHz

Ing. Jan Jurán

Osciloskop je určen pro pokročilejší radioamatéry, kteří se zabývají širším spektrem činností, tj. jak nf a vf, tak i číslicovou technikou.

Technické údaje

Vertikální zesilovač

Kmitočtová charakteristika: ss ... 0 až 20 MHz (−3 dB), st ... 8 Hz až 20 MHz (−3 dB).

Vstupní impedance:

1:1 ... 1 M Ω /33 pF (konst.),
1:10 ... 10 M Ω /3,3 pF (konst.).

Základní vstupní citlivost: 20; 50; 100;
200 mV/dílek, 0,5; 1; 2; 5 V/dílek, popř.
0,2 V až 50 V/dílek.

Horizontální zesilovač

Kmitočtová charakteristika:

1 Hz až 2,5 MHz.

Vstupní citlivost: 0,2 V/dílek (2 V/dílek).

Vstupní impedance:

asi 0,5 M Ω /10 pF (5 M Ω /1 pF).

Časová základna

Rychlost: 0,1; 0,05; 0,02 s; ... 0,2 μ s/dílek.

Výstupní napětí: asi 2,5 V.

Kalibrátor

Průběh: obdélníkový, střída 1:1.

Kmitočet: 1 kHz.

Výstupní napětí: 0,1; 0,5; 1; 5; 10 V.

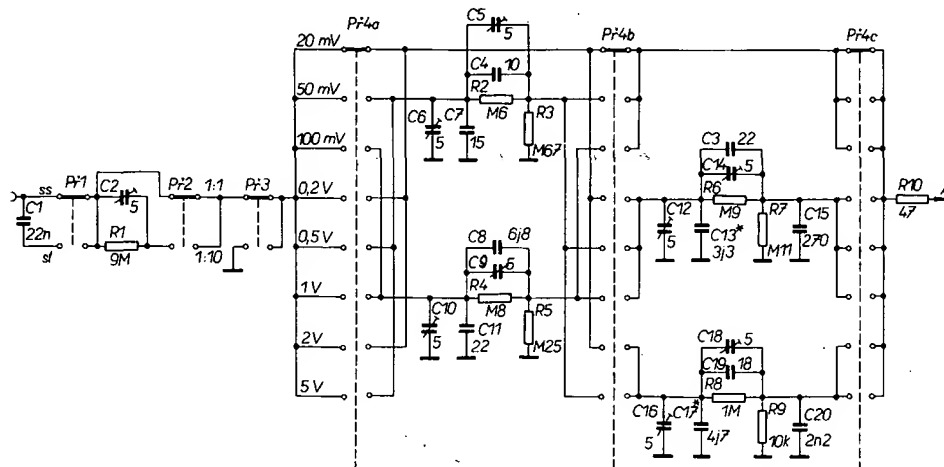
Popis zapojení

Vstupní dělič

Dvoustupňový vstupní dělič je navržen tak, aby jeho vstupní a zatěžovací impedance u obou stupňů byla 1 M Ω /33 pF. První stupeň má dělicí poměry 1:1; 1:2,5; 1:5. Tento dělicí poměr je pak vždy násob-

Vertikální zesilovač

Vertikální zesilovač (obr. 2) je řešen jako diferenciální; toto zapojení je nejvhodnější z hlediska rušivých signálů, driftu. Vstupní napětí je přivedeno na tranzistor řízený polem (T1), s nímž lze dosáhnout velké a konstantní vstupní impedance tohoto zesilovače. Tranzistor T1 je chráněn proti napětovému průrazu diodami D1, D2. Na řídící elektrodu tranzistoru T2 je přiváděno ss napětí z potenciometru P1, kterým řídíme vertikální posuv stopy paprsku. Rozdíl parametrů tranzistorů T1, T2 lze částečně korigovat trimrem R18. Druhý stupeň diferenciálního zesilovače s tranzistory T3, T4 přizpůsobuje impedance následující stupeň s T5, T6, který je obdobný jako další



Obr. 1. Schéma zapojení vstupního děliče

stupeň. U obou se nastavuje zesílení odpory v obvodech emitorů, tj. R31, R33 a R41, R42. Kmitočtovou charakteristiku lze korigovat kondenzátory C24, C26. Poslední stupeň (s tranzistory T9, T10, T11, T12) je diferenciální kaskádové zapojení, které používáme k dosažení vysokého mezního kmitočtu vertikálního zesilovače. Současně musíme také použít co nejmenší odpory v obvodech kolektorů; jejich volba je však omezena maximální přípustnou kolektorovou ztrátou tranzistorů T9 a T11. Tlumičky T11 a T12 společně s kondenzátorem C29 jsou určeny pro základní nastavení kmitočtové kompenzace tohoto posledního diferenciálního stupně. Odpory R59, R60 a kondenzátory C30, C31 korigují průběh kmitočtové charakteristiky celého zesilovače, odporem R57 nastavujeme jeho citlivost. Z emitoru tranzistoru T13 odebíráme signál pro synchronizační obvody časové základny.

Je-li stopa mimo stínítko obrazovky, můžeme zjistit její polohu ve vertikálním

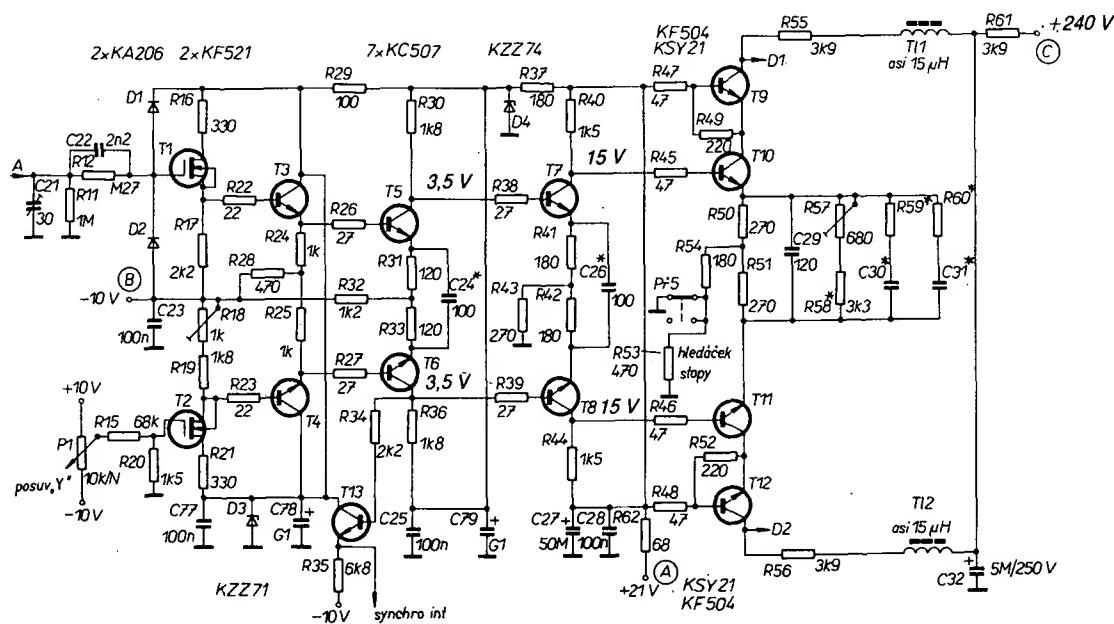
směru pomocí přepínače Pf5, kterým měníme pracovní bod koncového stupně a tím i jeho rozkmit signálu.

Synchronizační obvody, vstup horizontálního zesilovače

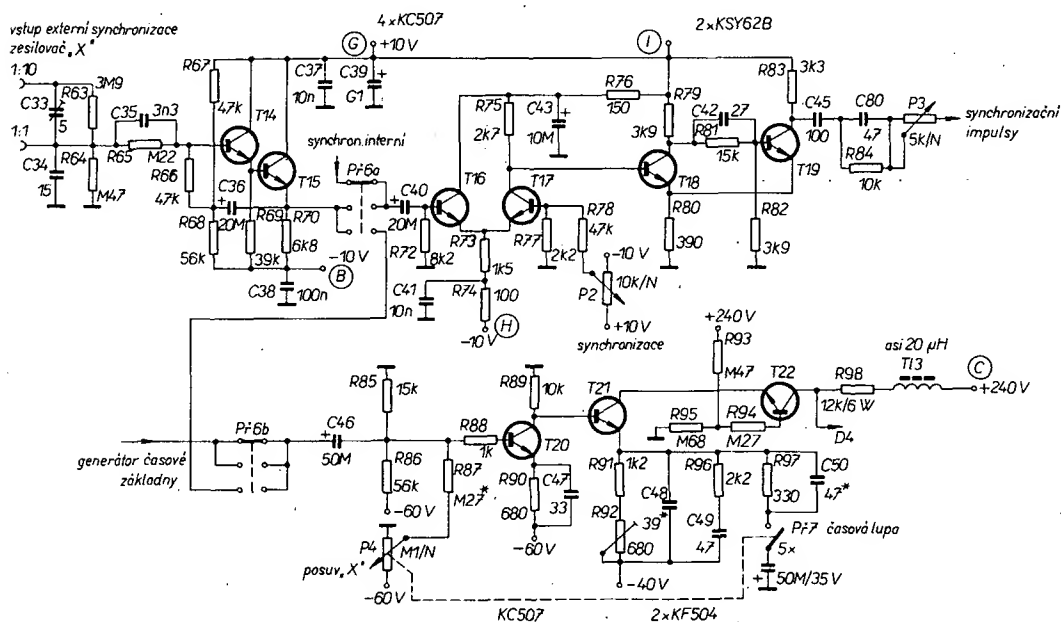
Interní synchronizační signál přivádíme přes přepínač Pf6 do diferenciálního zesilovače (obr. 3) s tranzistory T16 a T17. Stejný pracovní bod tohoto zesilovače a tím i úroveň překlápění Schmittova klopného obvodu (T18, T19) řídíme potenciometrem P2. Výstupní synchronizační impulsy odebíráme z kolektoru tranzistoru T19 a přivádíme je do generátoru časové základny. Amplitudu těchto impulsů můžeme regulovat potenciometrem P3. V druhé poloze přepínače Pf6a přivádíme do synchronizačních obvodů externí signál přes dvoustupňový emitorový sledovač, ve třetí poloze Pf6a využíváme emitorový sledovač (T14, T15) jako vstupní obvod pro horizontální zesilovač.

Horizontální zesilovač

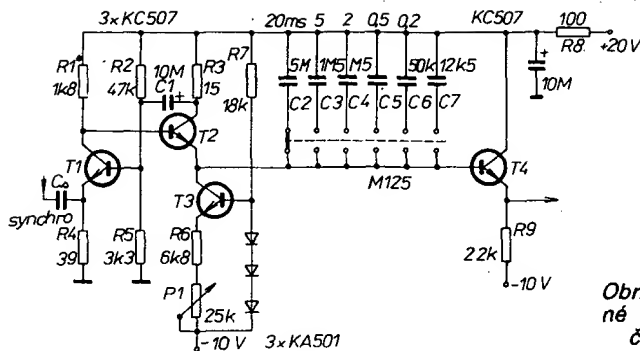
Do horizontálního zesilovače (obr. 3) přivádíme signál přes přepínač Pf6b buď z generátoru časové základny nebo z „externího“ vstupu. Horizontální zesilovač je napájen ze zdrojů +240 V, -40 V a -60 V s ohledem na stejný potenciál U_{a2} a rozkmit výstupního signálu. První stupeň tohoto zesilovače (T20) slouží jako předzesilovač, jeho pracovní bod lze řídit potenciometrem P4; tím lze měnit polohu stopy v horizontálním směru. Druhý stupeň je řešen jako kaskádový. Toto řešení je zde nutné i z hlediska maximálního přípustného napětí U_{CEM} použitých tranzistorů KF504. Základní zesílení lze nastavit trimrem R92. Kmitočtovou charakteristiku upravujeme kondenzátory C48, C49, tlumičkou T13 a odporem R96. Přepínačem Pf7 („lupa“) zvětšujeme zesílení horizontálního zesilovače pětikrát a tím také pětikrát urychlujeme běh paprsku.



Obr. 2. Schéma zapojení vertikálního zesilovače



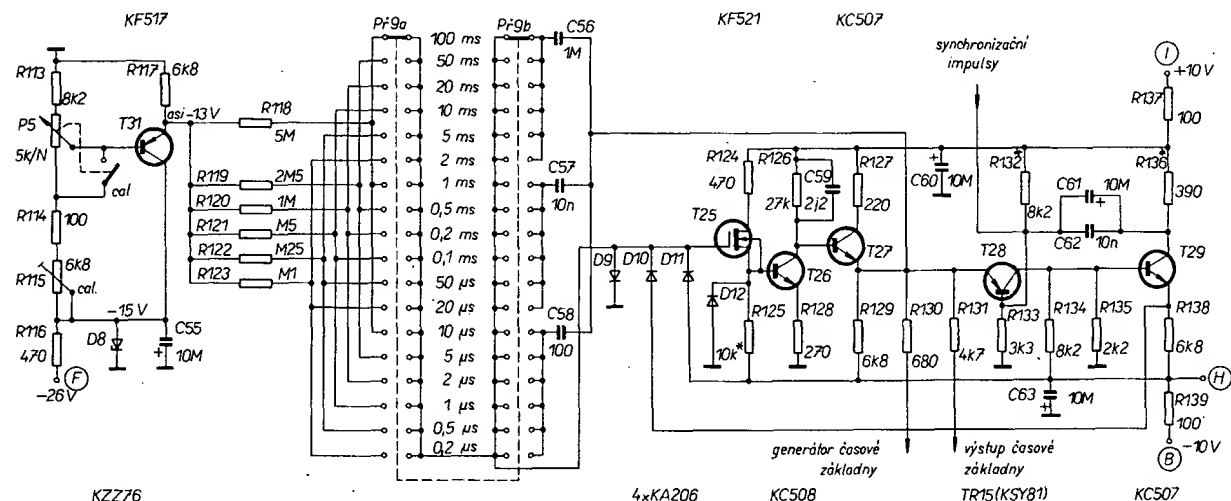
Obr. 3. Schéma zapojení horizontálního zesilovače a obvodů synchronizace



Obr. 4. Často používané zapojení obvodů časové základny

Kalibrátor

Ke kontrole činnosti a k nastavení osciloskopu slouží kalibrátor (obr. 7). Jedná se vlastně o emitorově vázaný multivibrátor o kmitočtu 1 kHz. Kmitočet lze měnit změnou kondenzátoru C53 nebo odporu R105. Střidu obdélníkového průběhu můžeme případně upravit změnou odporů R102 a R104. Výstupní napětí kalibrátoru odebíráme z přesného děliče (R108 až R112) přes přepínač P8, v poslední poloze přepínače můžeme odebrat výstupní napětí generátoru časové základny pro speciální měřicí účely.



Obr. 5. Schéma zapojení generátoru časové základny

Generátor časové základny

V amatérských osciloskopech se nejčastěji používají generátory pilovitého průběhu podle obr. 4.

Tento generátor získává lineární výstupní pilovité napětí nabíjením kondenzátoru ze zdroje konstantního proudu (T3). Nevýhodou takto řešených generátorů je nutnost použít asi jedenáct přesných kondenzátorů a jejich neúměrně velká kapacita na nejmenších rozsazích časové základny. Uvedené nedostatky odstraňuje generátor pilovitého průběhu s Millerovým integrátorem, z něž lze získat například osmnáct přesných rozsahů s použitím šesti přesných odporů a tří kondenzátorů s podstatně menší kapacitou. Zapojení tohoto generátoru se spouštěcími obvody je však zpravidla mnohem složitější než předchozí.

O podstatné zjednodušení těchto spouštěcích obvodů se pokusil autor přispěvků (obr. 5).

Pro Millerův integrátor (obr. 6) platí:

$$U_2 = -U_1 \frac{t}{RC} \quad (1)$$

za předpokladu, že $t \ll \tau$, přičemž

$$\tau = \frac{R_c R_v R_i C_A}{R_i R_v A + R_v R_c + R_i R_c}$$

kde R_i je integrační odpor, C zpětnovazební kapacita, R_c svodový odpor kondenzátoru, R_v vstupní odpor zesilovače, A zesílení zesilovače, U_1 amplituda skokové změny vstupního napětí, U_2 výstupní napětí.

Bude-li $U_1 < 0$, pak

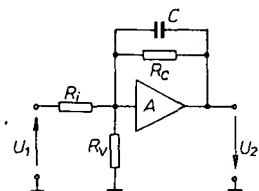
$$t = \frac{U_2}{U_1} R_i C \quad (2)$$

Ze vztahu je patrná závislost doby t na parametrech U_2 , U_1 , R_i , C . Konstantní velikost U_1 (obr. 5) zajišťuje obvod s tranzistorem T31, vlastní zesilovač integrátoru je realizován s tranzistory T25, T26, a T27. Použitím tranzistoru řízeného polem (T25) získáváme velký vstupní odpor zesilovače, který nám pak dovoluje použít velké odpory integrátoru (R118 až R123). Dioda D11 chrání vstup před přetížením zápornými napětovými impulsy, D12 chrání tranzistor T25 proti překročení povoleného napětí U_{CEM} . Dioda D9 spolu s diodou D10 je součástí nulovacího obvodu. Na vstupní tranzistor je navázán tranzistor v zapojení SE, z něhož se odebírá výstupní napětí přes emitorový sledovač (T27).

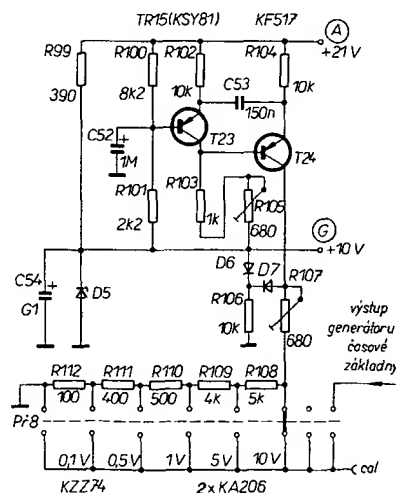
Nyní předpokládejme, že jsme přivedli napětí $-U_1$ na vstup integrátoru přes odpor např. R118 a máme připojen zpětnovazební kondenzátor C56. Na emitoru tranzistoru T27 se bude v souladu se vztahem (1) lineárně zvyšovat napětí. Po překročení prahového napětí U_p

$$U_p = \frac{U_{NAP} R_{133}}{R_{133} + R_{132}} + U_{BEP} \quad (3)$$

se začne otevírat tranzistor T28 a tím se zvětšuje i napětí na emitoru T29; tento děj je urychlován kladnou zpětnou vazbou (C61, C62 a R136). Tím je přiveden kladný impuls napětí (přes diodu D10), který vybijí zpětnovazební kondenzátor. Tento vybíjecí děj probíhá velmi rychle ve srovnání s činným během „pily“; není proto nutno zhašet zpětný běh paprsku. Okamžik nulování můžeme řídit synchronizačními impulsy přivedenými do báze tranzistoru T28. Ze vztahu (3) je zřejmé, že výstupní napětí můžeme měnit poměrem odporů R132 a R133.



Obr. 6. Millerův integrátor



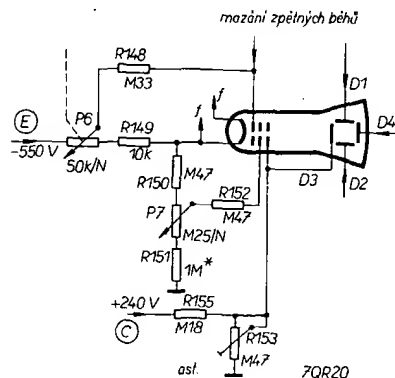
Obr. 7. Schéma zapojení kalibrátoru

Napájecí zdroj a obvody obrazovky

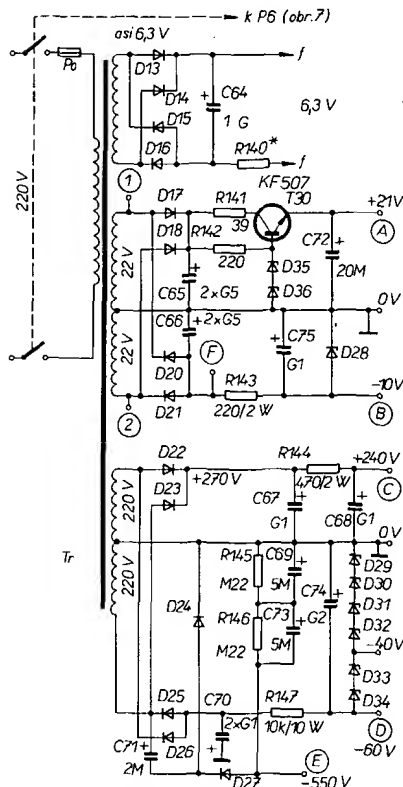
Schéma zapojení napájecí části a obvodů obrazovky jsou na obr. 8 a 9. Na obr. 10 je zapojení žárovky k osvětlení rastru před stínítkem obrazovky.

Poznámky k realizaci

Většina součástek je rozmístěna na třech deskách s plošnými spoji (obr. 11 až 13). Při jejich obsazování dbáme, aby vý-

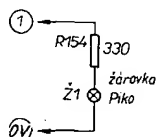


Obr. 8. Schéma zapojení obvodů obrazovky



D13 až D16 – KY132/80 ; D17 až D21 – KY130/150 ;
D22 až D27 – KY130/1000 ; D28 až D36 – KZZ74

Obr. 9. Schéma zapojení napájecí části



Obr. 10. Osvětlení rastru

konové odpory v blízkosti elektrolytických kondenzátorů byly připojovány s poněkud delšími prvody než kondenzátory, čímž zabráníme případnému poškození elektrolytických kondenzátorů nadměrným ohřevem při provozu.

Citlivost vertikálního zesilovače nastavujeme při základním rozsahu (20 mV/dílek), na tomto rozsahu jej také kmitočtově kompenzujeme. Jeden dílek stupnice na stínítku obrazovky byl zvolen 7 mm. Vstupní dělič nastavujeme od největší citlivosti po nastavení vstupní kapacity (C21). Přivedeme obdélníkové napětí 100 mV (mezivrcholové) a přepneme na rozsah 50 mV/dílek. Na stínítku obrazovky nastavíme obdélníkový průběh změnou kondenzátoru C5, popř. C4. Pak přepneme na rozsah 100 mV/dílek a přivedeme obdélníkové napětí 500 mV; obdélníkový průběh nastavujeme kondenzátorem C9.

Přepneme na rozsah 0,2 V/dílek a nastavujeme změnou kondenzátoru C14. Potom přepneme na rozsah 0,5 V/dílek a korigujeme obdélníkový průběh pomocí vstupní kapacity C12 děliče, popř. C13. Další kroky provádíme obdobně.

Jako další nastavujeme vstupní kapacitu děličů 1:2,5 a 1:5. Přepneme citlivost na 20 mV/dílek a přepínačem P12 zvolíme citlivost 1:10; přivedeme vstupní obdélníkové napětí 1 V. Obdélníkový průběh nastavíme změnou kapacity kondenzátoru C2. Potom přepneme na rozsah 50 mV/dílek a korigujeme průběh na stínítku obrazovky kondenzátorem C6. Pak přepneme rozsah na 0,1 V/dílek a přivedeme napětí z kalibrátoru 5 V. Korigujeme kapacitním trimrem C10.

Nutným předpokladem úspěšného nastavení vstupního děliče je použití co

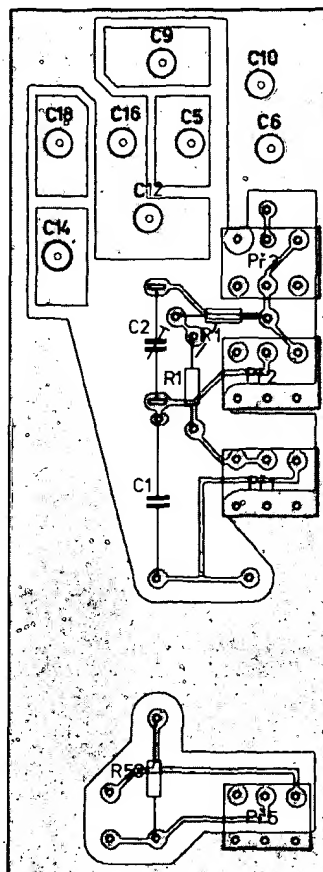
nejkratších propojovacích vodičů a zajištění minimálních parazitních kapacit mezi sekcemi vstupního děliče.

Seznam součástek

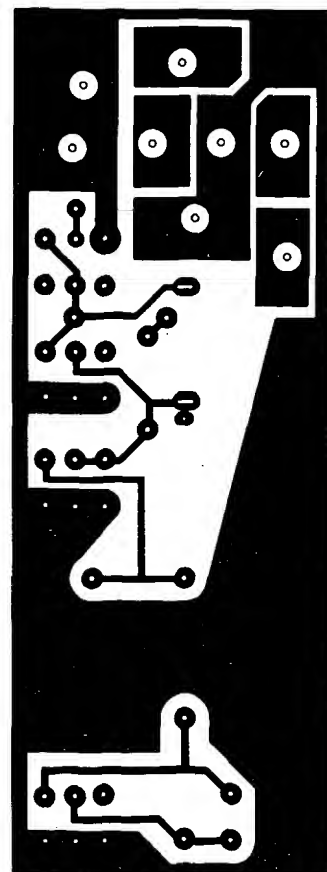
Odpory

R1	9 MΩ, 1 % (3,3 MΩ + 5,6 MΩ), TR 152
R2	0,604 MΩ, TR 161
R3	0,673 MΩ, TR 161
R4	0,806 MΩ, TR 161
R5	0,25 MΩ, TR 161
R6	0,909 MΩ, TR 161
R7	0,11 MΩ, TR 161
R8	1 MΩ, TR 161
R9	10 kΩ, TR 161
R10	47 Ω, TR 212
R11	1 MΩ, 1 %, TR 161
R12	0,27 MΩ, TR 212
R15	68 kΩ, TR 151
R16	330 Ω, TR 151
R17	2,2 kΩ, TR 151
R18	1 kΩ, TP 011
R19	1,8 kΩ, TR 151
R20	1,5 kΩ, TR 151
R21	330 Ω, TR 151
R22, R23	22 Ω, TR 212
R24, R25	1 kΩ, TR 151
R26, R27	27 Ω, TR 212
R28	470 Ω, TR 151
R29	100 Ω, TR 151
R30	1,8 kΩ, TR 151
R31	120 Ω, TR 151
R32	1,2 kΩ, TR 151
R33	120 Ω, TR 151
R34	2,2 kΩ, TR 151
R35	6,8 kΩ, TR 151
R36	1,8 kΩ, TR 151
R37	180 Ω, TR 151
R38, R39	27 Ω, TR 212
R40	1,5 kΩ, TR 151
R41, R42	180 Ω, TR 151

vybrány
s přesností
1 %



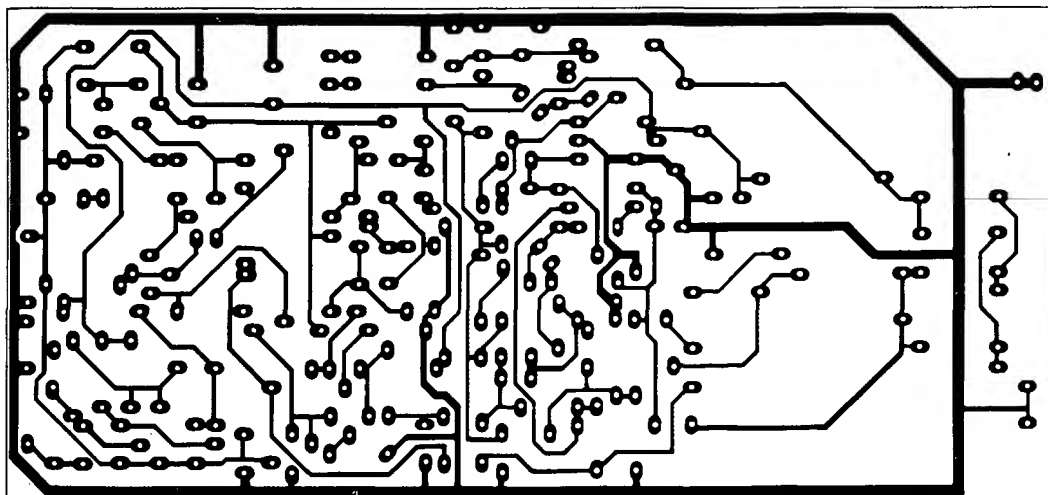
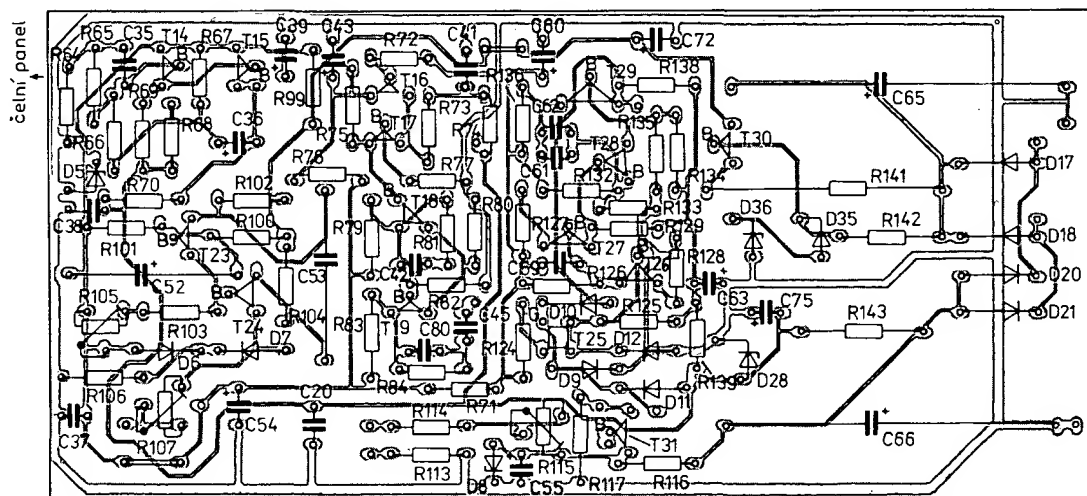
Obr. 11. Rozmístění součástek a deska Q122 s plošnými spoji (vstupní dělič)



R65	0,22 MΩ, TR 151	R106	10 kΩ, TR 151	R143	220 Ω, TR 506 (2 W)
R66, R67	47 kΩ, TR 151	R107	680 Ω, TP 011	R144	470 Ω, TR 506 (2 W)
R68	56 kΩ, TR 151	R108	4,99 kΩ, TR 191	R145, R146	0,22 MΩ, TR 152
R69	39 kΩ, TR 151	R109	4,02 kΩ, TR 191	R147	10 kΩ, TR 508 (10 W)
R70	6,8 kΩ, TR 151	R110	499 Ω, TR 191	R148	0,33 MΩ, TR 151
R72	8,2 kΩ, TR 151	R111	402 Ω, TR 191	R149	10 kΩ, TR 151
R73	1,5 kΩ, TR 151	R112	100 Ω, TR 191	R150	0,47 MΩ, TR 152
R74	100 Ω, TR 151	R113	8,2 kΩ, TR 191	R151	1 MΩ, TR 153
R75	2,7 kΩ, TR 151	R114	100 Ω, TR 151	R152	0,47 MΩ, TR 151
R76	150 Ω, TR 151	R115	6,8 kΩ, TP 110	R153	0,47 MΩ, TP 015
R77	2,2 kΩ, TR 151	R116	470 Ω, TR 151	R154	330 Ω, TR 153
R78	47 kΩ, TR 151	R117	6,8 kΩ, TR 151	R155	0,18 MΩ, TR 152
R79	3,9 kΩ, TR 151	R118	5 MΩ, TR 161	P1, P2	10 kΩ, lin., TP 160
R80	390 Ω, TR 151	R119	2,5 MΩ (2,49 MΩ), TR 161	P3	5 kΩ, lin., TP 160
R81	15 kΩ, TR 151			P4	0,1 MΩ, lin., TP 162
R82	3,9 kΩ, TR 151	R120	1 MΩ, TR 161	P5	5 kΩ, lin., TP 161
R83	3,3 kΩ, TR 151	R121	0,5 MΩ, TR 161	P6	50 kΩ, lin., TP 281
R84	10 kΩ, TR 151	R122	0,25 MΩ, TR 161	P7	0,25 MΩ, lin., TP 160
R85	15 kΩ, TR 151	R123	0,1 MΩ, TR 161		
R86	56 kΩ, TR 151	R124	470 Ω, TR 151		
R87	0,27 MΩ, TR 151	R125	10 kΩ*, TR 151		
R88	1 kΩ, TR 151	R126	27 kΩ, TR 151		
R89	10 kΩ, TR 151	R127	220 Ω, TR 151		
R90	680 Ω, TR 151	R128	270 Ω, TR 151		
R91	1,2 kΩ, TR 152	R129	6,8 kΩ, TR 151		
R92	680 Ω, TR 151	R130	680 Ω, TR 151		
R93	0,47 MΩ, TR 151	R131	4,7 kΩ, TR 151		
R94	0,27 MΩ, TR 151	R132	8,2 kΩ*, TR 151 (nast. výst. napětí)		
R95	0,68 MΩ, TR 151				
R96	2,2 kΩ, TR 151	R133	3,3 kΩ, TR 151		
R97	330 Ω*, TR 151 (470 Ω, TP 011)	R134	8,2 kΩ, TR 151		
R98	12 kΩ, TR 523 (6 W)	R135	2,2 kΩ, TR 151		
R99	390 Ω, TR 152	R136	390 Ω*, TR 151		
R100	8,2 kΩ, TR 151	R137	100 Ω, TR 151		
R101	2,2 kΩ, TR 151	R138	6,8 kΩ, TR 151		
R102	10 kΩ, TR 151	R139	100 Ω, TR 151		
R103	1 kΩ, TR 151	R140	* – nastavení U_i		
R104	10 kΩ, TR 151	R141	39 Ω, TR 507 (6 W)		
R105	680 Ω, TP 011	R142	220 Ω, TR 152		

Kondenzátory

C1	22 nF, TC 277
C2	5 pF, WK 701 22
C3	22 pF
C4	18 pF, ker., stabilit
C5, C6	5 pF, WK 701 22
C7	15 pF
C8	6,8 pF
C9, C10	5 pF, WK 701 22
C11	22 pF
C12	5 pF, WK 701 22
C13	3,3 pF
C14	5 pF, WK 701 22
C15	270 pF, WK 714 13
C16	5 pF, WK 701 22
C17	4,7 pF
C18	5 pF, WK 701 22
C19	18 pF
C20	2,2 nF, styroflex
C21	30 pF, trimr



Obr. 13. Rozmístění součástek a deska Q124 s plošnými spoji (obvody synchronizace, kalibrátor, zdroj +21 V, -10 V). Odpor R71 má být správně označen R137

C22	2,2 nF
C23	100 nF
C24	100 pF
C25	100 nF
C26	100 pF
C27	50 μ F/35 V
C28	100 nF
C29	120 pF
C30, C31	kmitočtová kompenzace
C32	5 μ F/250 V
C33	5 pF, WK 701 22
C34	15 pF
C35	3,3 nF
C36	20 μ F/6 V, TE 981
C37	10 nF
C38	100 nF
C39	100 μ F/10 V, TE 003
C40	20 μ F/6 V, TE 981
C41	10 nF
C42	27 pF
C43	10 μ F/15 V, TE 984
C45	100 pF
C46	50 μ F/35 V, TE 986
C47	33 pF } kompenzace kmitočtové
C48	39 pF } charakteristiky
C49, C50	47 pF } zesilovače X
C51	50 μ F/35 V, TE 986
C52	1 μ F/15 V, TE 984
C53	0,15 μ F, TC 171
C54	100 μ F/10 V, TE 003
C55	10 μ F/15 V, TE 984
C56	1 μ F, TC 279
C57	10 nF, TC 279 1 %

C58	100 pF*
C59	2,2 pF
C60, C61	10 μ F/15 V, TE 984
C62	10 nF
C63	10 μ F/15 V, TE 984
C64	1000 μ F/10 V, TE 982
C65, C66	2 \times 500 μ F/35 V, TE 986
C67, C68	2 \times 100 μ F/350 V, TC 445 (TC 519a)
C69	5 μ F/250 V, TE 991
C70	2 \times 100 μ F/350 V, TC 445
C71	2 μ F/450 V, TC 993
C72	20 μ F/35 V, TC 986
C73	5 μ F/250 V, TE 991
C74	200 μ F/70 V, TE 988
C75	100 μ F/10 V, TE 003
C76, C77	100 nF
C78, C79	100 μ F/10 V, TE 003
C80	47 pF
C81	50 μ F/35 V

Tlumivky (na feritových toroidních jádrech)
 T11, T12 15 μ H (mat. NO5, \varnothing 6)
 T13 20 μ H (mat. N1, \varnothing 4)

<i>Diody</i>	
D1, D2	KA206
D3	KZZ71
D4, D5	KZZ74
D6, D7	KA206
D8	KZZ76
D9 až D12	KA206
D13 až D16	KY132/80
D17 až D21	KY130/150

D22 až D27	KY130/1000
D28 až D36	KZZ74
<i>Tranzistory</i>	
T1, T2	KF521
T3 až T8	KC507
T9	KF504
T10, T11	KSY21 (KC508)
T12	KF504
T13 až T17	KC507
T18, T19	KSY62B
T20	KC507
T21, T22	KF504 (chladič)
T23	TR15 (KSY81)
T24	KF517
T25	KF521
T26	KC508
T27	KC507
T28	TR15 (KSY81)
T29	KC507
T30	KF507
T31	KF517

<i>Přepínače</i>	
Př1, Př2	Isostat s aretací
Př3	Isostat bez aretace
Př4	WK 533 10
Př5	Isostat bez aretace
Př6	WK 533 24
Př7	
Př8	WK 533 08
Př9	WK 533.52 2 \times 18 poloh, popř. raději 2 \times 20 poloh
<i>Obrazovka</i>	7QR20

Vysokofrekvenční rozmítaný generátor

Ing. Miroslav Horáček

Závady ve vysokofrekvenčních obvodech např. televizního přijímače jsou bez vhodného měřicího vybavení velmi těžko lokalizovatelné. Na stránkách našich časopisů bylo sice uveřejněno několik zapojení vřoblerů (např. [1], [2]), jejich konstrukce však není pro méně zkušené pracovníky jednoduchou záležitostí. V tomto článku upozorňuji amatérskou veřejnost na námět ke stavbě přístroje, který se sice nevyrovná Polyskopu, přesto ale lze s jeho pomocí odhalit většinu závad vstupních dílů a obrazových mezifrekvenčních částí běžných černobílých a barevných televizorů a po doplnění značkovacím a kalibrovaným děličem jej lze úspěšně použít i ke sladění uvedených obvodů.

Princip činnosti

Srdcem a zároveň nejnáročnější částí každého rozmítače je periodicky přeladovaný vř generátor, jehož stavbu si usnadníme nenáročnou úpravou sériově vyráběných kanálových voličů, kterými jsou osazovány všechny moderní televizory. Možnost plynulého ladění těchto dílů ss napětím je dána aplikací kapacitních diod (varikapů).

Jak známo, obsahuje každý televizní tuner místní oscilátor, kmitající obvykle o mezifrekvenční kmitočet „výše“, než je kmitočet přijímaného signálu. Při přeladování voliče je tedy souběžně přeladován i jeho oscilátor. Odebíráme-li vhodným způsobem jeho vř signál a zavedeme-li na příslušný oscilátorový varikap periodické rozmítací napětí nízkého kmitočtu

(sinusové, pilovité), máme tím k dispozici zdroj rozmítaného vř napětí.

Úpravy byly realizovány u výprodejních kanálových voličů TESLA 6 PN 380 09 a maďarských tunerů „KOMBI“. Protože první typ voliče vyráběla TESLA Orava v licenci německé firmy Hopt, budeme ho v dalším textu zkráceně nazývat „Hopt“.

Z těchto upravených ladicích jednotek byl sestaven přípravek, koncipovaný jako doplněk osciloskopu, tj. bez vlastní zobrazovací jednotky. Signál přípravku lze použít ke kontrole obrazových mř zesilovačů a vstupních jednotek pro 3. TV pásmo. VHF a celé pásmo UHF. Jak bylo v úvodu podotknuto, jedná se pouze o námět ke konstrukci; popisovaná verze vznikla z naléhavé potřeby zdroje uvedených kmitočtů a nikoli jako výsledek snahy o optimální řešení z hlediska technického. Dokonalejší úpravy a varianty jsou samozřejmě možné.

Úpravy jednotlivých tunerů

Účelem zásahů do zapojení je přeladit pásma místního oscilátoru a vyvést jeho vř energii. Ke sladování vstupních dílů televizorů potřebujeme kmitočty přijímaného TV pásma (např. pro 3. pásmo VHF 170 až 230 MHz, pro UHF 470 až 860 MHz). Původní kmitočet oscilátoru musíme proto snížit o mezifrekvenční kmitočet.

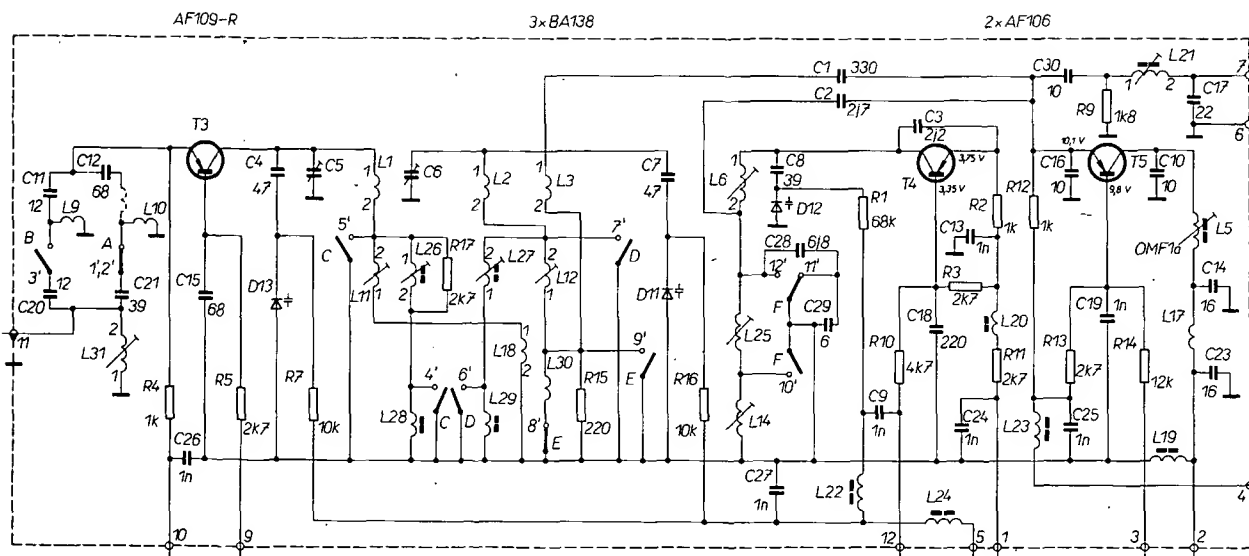
Při úpravě výstupu signálu z oscilátoru se snažíme využít směšovacího tranzistoru jako oddělovacího stupně (a vyloučit tak vřiv změn zátěže na oscilátor). V kolektorovém obvodu směšovače je však zapojena polovina pásmové propusti, která propouští pouze rozdílový mezifrekvenční kmitočet – tu musíme vyřadit z činnosti.

Kmitočty 170 až 230 MHz a 470 až 860 MHz odebíráme přímo z upravených oscilátorů voličů „Hopt“ a „Kombi“. Kmitočtové pásmo asi 30 až 40 MHz (pro sladování obrazových mř zesilovačů) získáme smísením pevného kmitočtu např. 200 MHz s rozmítaným kmitočtem 165 \pm 5 MHz. Přivedeme-li tyto kmitočty na směšovač voliče „Hopt“ (viz dále), obdržíme na výstupu mř. jejich rozdíl, který činí 35 \pm 5 MHz.

Ke snadšímu sledování dále popisovaných úprav jsou na obr. 1 až 5 uvedena zapojení a rozložení součástek uvedených voličů.

Kanálový volič „Hopt“

U tohoto typu voliče se přepínají jednotlivá TV pásma mechanicky posuvnou kontaktní lištou, ovládanou vačkou ladicího potenciometru. Volič je určen pouze pro pásma VHF a byl to první plynule přeladitelný typ tuzemské výroby. Byly jím osazeny televizory Karolína, Orava 235 až 237, Aramis aj.



Obr. 1. Schéma zapojení kanálového voliče TESLA 6 PN 380 09 („Hopt“)

K dosažení co největší provozní spolehlivosti odstraníme přepínací lištu s mechanickými kontakty a místní oscilátor přepojíme trvale do polohy odpovídající 3. TV pásmu (připájením kousku měděné fólie na kontaktní plošky F-12, obr. 1 a 2).

Další úpravy (obr. 1 a 2): tranzistor T4 využijeme jako rozmitaný oscilátor, T5 jako směšovač. Vstupní vf zesilovač T3 zůstává nevyužit. Musíme provést tyto úkony:

- Odstranit z kolektorového obvodu tranzistoru T5 kondenzátory C14 a C23 a kolektor propojit přímo s vývodem 2 kouskem izolovaného lanka (tj. zkratovat L5 a L17). Tím je vyřazen filtr OMF a výstup je tedy širokopásmový.
- Odpojit C17 a zkratovat L21 (původní vstup pro tuner UHF se tím přemění na širokopásmový vstup směšovače).
- Odstranit C1 (330 pF).
- Kondenzátor C2 (2,7 pF) nahradit kondenzátorem s kapacitou 10 pF.
- Kondenzátor C30 (10 pF) nahradit kondenzátorem s kapacitou 390 pF.
- Snižit kmitočet oscilátoru zvětšením počtu závitů cívky L6 o přibližně 1,5 závitu.

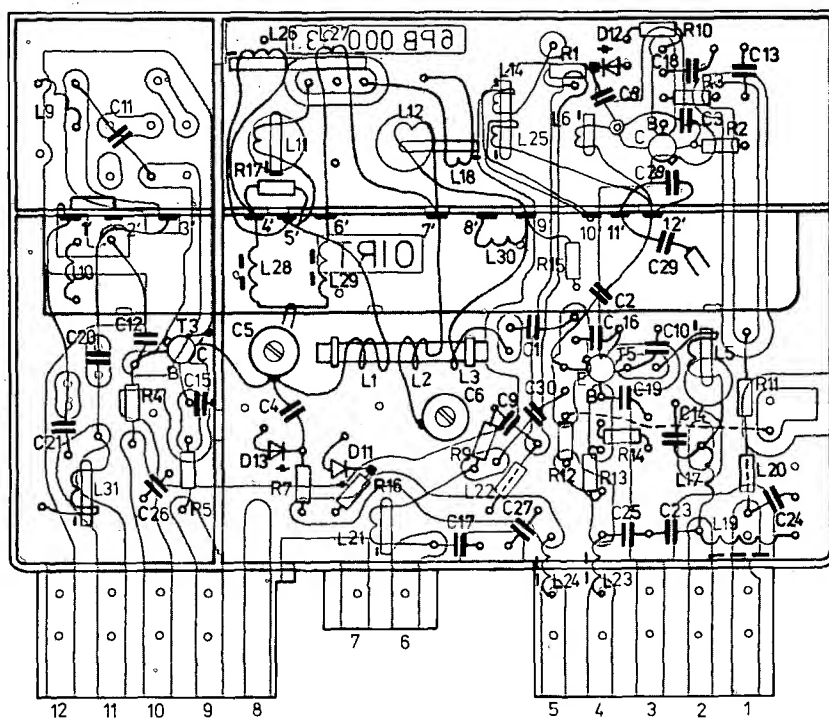
Nakonec odstraníme původní ladící potenciometr a získáme kompaktní stíněnou jednotku VHF oscilátoru + směšovače, na kterou budeme dále pohlížet jako na „černou skříňku“ s těmito vývody (viz. obr. 2):

- 1, 4 (propojit zvenčí) +10 V (napájení),
- 5 přívod U_{lad} ,
- 7 vstup směšovače,
- 2 výstup VHF.

Kanálový volič „Kombi“ díl UHF

Schéma je na obr. 3, rozložení součástek na obr. 4. Na této desce využijeme pouze tranzistoru T5, který v původním zapojení pracuje jako samokmitající směšovač UHF. Musíme:

- Odstranit původní střední vodič rezonátoru L38a nahradit jej provedením podle obr. 5. Kmitočet oscilátoru se tím sníží o 30 až 40 MHz.



Obr. 2. Rozložení součástek a obrazec plošných spojů voliče TESLA 6 PN 380 09

- Odstranit odpor R32 a kondenzátor C65.
- Přívodní kolíky 18, 21 zablokovat keramickými kondenzátory 10 nF/40 V na kostru.
- Signál oscilátoru odebírat z emitoru tranzistoru T5 přes oddělovací kondenzátor 1 nF (nejlepší je použít diskový bezvývodový; není-li k dispozici, použít keramický s co nejkratšími přívody). Tento kondenzátor připojíte ze strany spojů přímo na emitor a signál z něho dále vést souosým kabelem.

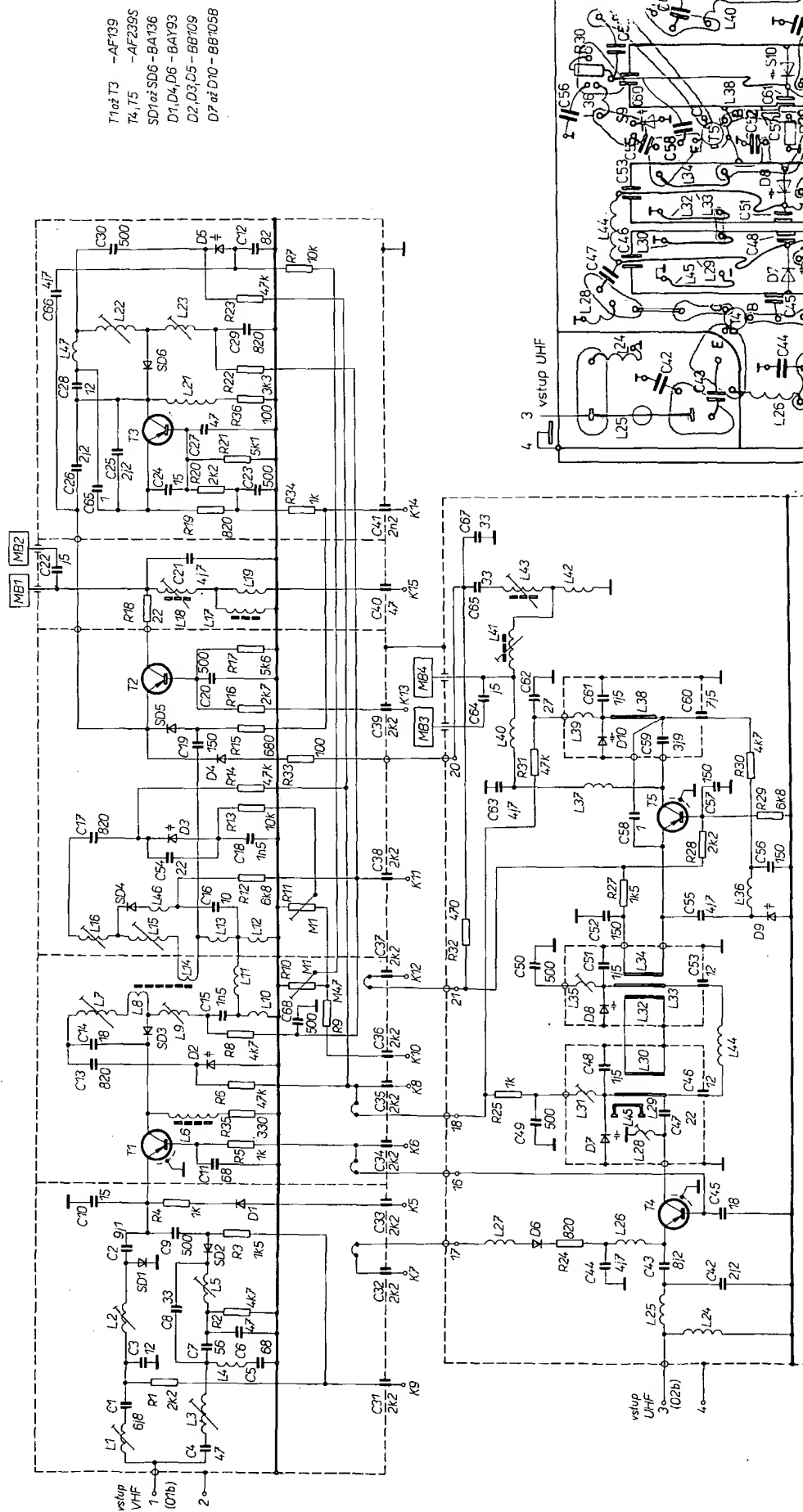
Jednotka oscilátoru UHF, která tímto vznikne, má tyto přívody:

- 18 U_{lad} ,
- 21 +10 V (napájecí napětí).

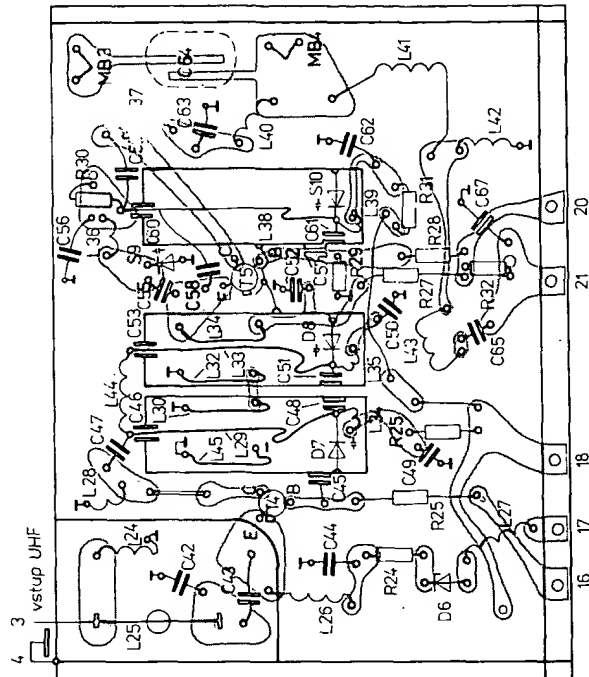
Kanálový volič „Kombi“ díl VHF

Schéma je na obr. 3, rozložení součástek na obr. 6. Tuto část upravíme na zdroj neproměnného kmitočtu 200 MHz, který využijeme k výrobě kmitočtů 30 až 40 MHz smísením s rozmitaným signálem voliče VHF „Hopt“, jak bylo vysvětleno dříve.

Obvod oscilátoru VHF (tranzistor T3) zůstává nezměněn. Signál odebíráme přes tranzistor T2 (v původním zapojení směšovač VHF a pomocný mf zesilovač UHF), který bude pracovat jako oddělovací stupeň. Jeho výstup upravíme na širokopásmový odstraněním cívky L19 a kondenzátoru C21. Signál odebíráme přímo z měrného bodu MB1. Kromě toho odpojíme kondenzátor C19 a diodu D4.



Obr. 3. Schéma zapojení kanálového voliče „Kombi“



Obr. 4. Rozložení součástek a obrazec plošných spojů kanálového voliče „Kombi“, díl UHF. Katoda varikapu je označena černým proužkem, kapacita na místě C64 může být v diskretním provedení

Jednotka oscilátoru 200 MHz má kro-
mě výstupu MB1) tyto přívody:
K13, K14 (propojit zvenci) 10 V (napájení),
K8 U_{lad} .

Propojení upravených bloků a popis činnosti

Schéma zapojení rozmiřaného generá-
toru je na obr. 7. Protože odebráný proud
celého zařízení není při napájecím napětí
10 V větší než 25 mA, lze volit zapojení
zdroje co nejjednodušší. Střídavého na-
pětí sekundárního vinutí I se využívá rov-
něž k vodorovnému vychylování paprsku
(lze ho přivést přímo na nesymetricky

zapojené horizontální vychylovací destič-
ky osciloskopu, který nemá vyveden vstup
zesilovače X – proto tak vysoké vychylo-
vací napětí).

Protože při použitím způsobu rozmiřá-
ní sinusovým průběhem 50 Hz se snímání
křivka zobrazí na stínítku osciloskopu
dvakrát, je v zapojení použit člen RC (P1,
C2), označený „FAZE“, kterým lze oba
průběhy posunout tak, že se navzájem
překrývají.

Zdroj ss napětí má dvě části – zdroj
+10 V (pro napájení upravených jedno-
tek), stabilizovaný Zenerovou diodou D2,
a zdroj ladičního napětí asi +30 V, stabi-
lizovaný teplotně kompenzovaným inte-
grovaným obvodem MAA550.

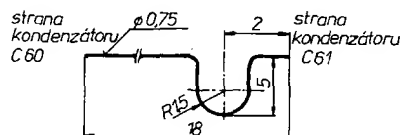
Stejnoseměrné ladiční napětí, určené po-
lohou běžce potenciometru P2, je „podlo-

ženo“ střídavým rozmiřacím napětím, kte-
ré je odebráno ze sekundárního vinutí II
(U_{ef} je asi 10 V). Jedná se v podstatě
o sériové spojení střídavého a stejno-
směrného zdroje. Potenciometrem P2
(označeným „f.“) nastavíme požadovaný
kmitočet generovaného signálu s poten-
ciometrem P3 (ozn. „ Δf “) zajistíme jeho
periodické rozlaďování v rytmu 50 Hz
o $\pm \Delta f$. V dolní poloze běžce potenciomet-
ru P3 je střídavé rozmiřací napětí nulové
a přístroj lze použít jako jednoduchý
signální generátor.

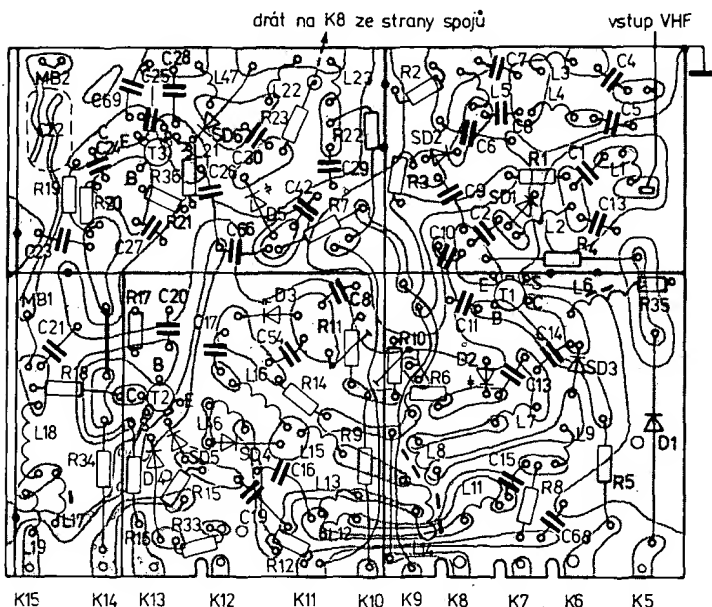
V poloze 1 přepínače P1 je napájecí
napětí +10 V přiváděno na díl VHF voliče
„Kombi“ a přes diodu D3 na díl „Hopt“.
Trimrem P4 nastavíme kmitočet asi
200 MHz, který je veden do směšovače
voliče „Hopt“. Na výstupu 1 lze odebrat
směšovací produkty, ze kterých si selek-
tivní obvody OMF vyberou rozdílové
složky.

V poloze 2 je napájen pouze díl „Hopt“
– dioda D3 zabraňuje průchodu napájecí-
ho napětí na díl VHF „Kombi“. Z výstupu 1
lze odebrat kmitočty 170 až 230 MHz.

Položka 3 – v činnosti je díl UHF „Kom-
bi“ – na výstupu 2 jsou k dispozici kmito-
čty v pásmu 470 až 860 MHz.



Obr. 5. Upravený rezonátor. Materiál: drát Cu o $\varnothing 0,75$ mm



Obr. 6. Rozložení součástek a obrazec plošných spojů kanálového voliče „Kombi“, díl VHF. Katoda je označena žlutým proučkem; dioda D1 může chybět (propojení drátem), kapacita na místě C22 může být v diskrétním provedení

Závěr

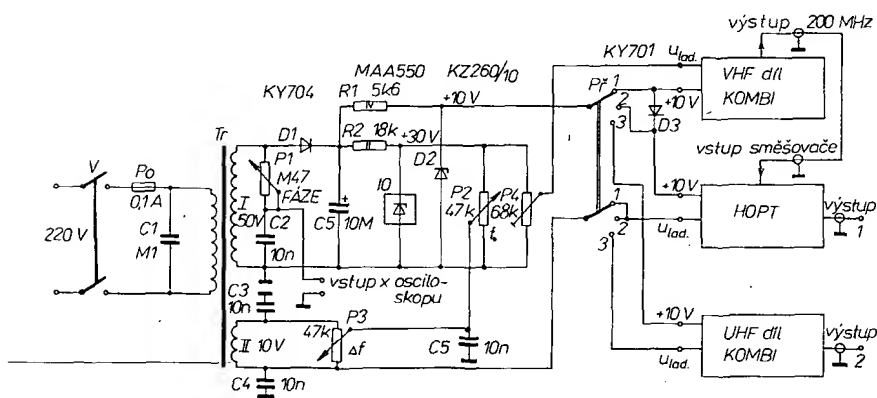
Protože vř napětí, dodávané místním
oscilátorem, není v celém pásmu přeladi-
telnosti stále, bude se poněkud měnit
i napětí výstupního rozmiřaného signálu.
Chybu měření, která tím vzniká, je možno
zmenšit nastavením jen takové šířky roz-
miřaného pásma, která je nezbytná k zob-
razení snímání křivky; např. při snímání
amplitudové charakteristiky OMF stačí
šířka pásma 8 MHz. Praktické zkoušky
ukázaly, že zkrácení zobrazeného průbě-
hu je v tomto případě zanedbatelné.

Další nevýhodou popsaného zapojení
je poměrně malá úroveň výstupního na-
pětí (typické napětí ve střední pásma:
600 MHz 50 mV, 200 MHz 50 mV, 35 MHz
20 mV; vše měřeno při výstupu zatíženém
odporem 75 Ω). Tím se jeho použití ome-
zuje na měření aktivních obvodů.

Malý vř výkon oscilátorů je však velice
přiznivý z hlediska dobrého stínění vř
energie. Přístroj lze bez obav použít i ke
kontrolě citlivosti televizoru od anténních
zdiřek až na katodu obrazovky (samozřej-
mě po úměrném zmenšování úrovně vý-
stupního signálu), aniž by se projeвило
„prosakování“ vř signálu nežádoucími
cestami (např. po síťovém přívodu).

Literatura

- [1] Bečka, R.: Rozmiřaný oscilátor. Ama-
téřské radio č. 3/1970, s. 92 až 96.
- [2] Ottich, L.: Jednoduchý rozmiřač. Ama-
téřské radio č. 6/1973, s. 227 a 228.
- [3] Vomela; Franc; Oravský: Měření a na-
stavování televizních přijímačů. SNTL:
Praha 1966, s. 29 až 52, 165 až 168.
- [4] Schreiber, H.: Wobbelsender. Funk-
technik č. 10/1978, s. 169.
- [5] 4123U Karolína. Předbežná dokumen-
tacia. DPS TESLA Orava n. p.
- [6] Televizny přijímač TESLA 4 246U –
SALERMO. Návod na údržbu a oprá-
vu. TESLA OP Praha.
- [7] Gran, G.: Probelaufgerät für C-Dio-
den-Tuner. Radio, Fernsehen, Elek-
tronik č. 4/1977, s. 125 až 126.
- [8] Grob, W.: Wobbelsichtabgleichver-
fahren für UKW-Eingangsteile. Radio,
Fernsehen, Elektronik č. 4/1977, s.
127 až 129.



Obr. 7. Schéma zapojení rozmiřaného generátoru

ÚPRAVA HODÍN NA 24HODINOVÉ ČÍTANIE ČASU

Marián Machara

Hodinový integrovaný obvod MM5316 dovoľuje voľbu čítania času do 12 alebo 24 hodín. Vo väčšine štátov počítajú čas 0 až 24 hodín. Úprava (prepojenie) na čítanie času s 24hodinovým cyklom je pomerne jednoduchá. Pri 12hodinovom čítaní vývod 38 ostáva nezapojený. Pri 24hodinovom čítaní vývod 38 je potrebné spojiť na +12 V. Súčasne sa mení zapojenie vývodov 1, 2, 39, 40 ako je znázornené na obrázku 1. Diódy D1, D2 možno použiť ľubovoľné typy, napr. KY130/80. Pri 12hodinovom čítaní času možno segmenty E, F využiť na indikáciu dopoludňajšieho alebo odpoľudňajšieho času. Tiež je možné pre túto indikáciu použiť samostatné diódy LED. Podobné je zapojenie pri použití displeja s luminiscenčným zobrazovacím prvkom IV 6, ktorý môže skúsenejší amatér umiestniť priamo do dosky plošného spoja. Zapojenie zobrazovacieho prvku IV 6 a naznačená úprava je na obr. 2. Plošný spoj je potrebné upraviť, lebo luminiscenčný zobrazovací prvok sa zasunie do plošného spoja namiesto tranzistorov KC510, do stredu dosky.

Úspora súčiastok touto náhradou je značná. Odpadnú všetky spínacie tranzistory KC510 a odpory okolo nich. Luminiscenčný zobrazovací prvok má žeraviace napätie 0,8 V a žeraviaci prúd 45 mA; možno ich radiť do série alebo paralelne. Stred žeraviaceho vinutia transformátora je potrebné spojiť na 0 V. Pri tejto aplikácii je ďalej potrebné navinúť nový transformátor, pretože žeravenie musí mať zvlášť svoje napájacie napätie a anódové napätie pre segmenty musí byť aspoň 16 V. Vinutie L1 (primárne) má 2100 závitov drôtu o Ø 0,15 mm. Vinutie L2 má 160 závitov drôtu o Ø 0,4 mm. Posledné vinutie L3 má 2 × 20 závitov drôtu o Ø 0,2 mm s vyvedeným stredom (pre žeravenie). Transformátor je navinutý na jadre z orientovaných transformátorových plechov EI 16 × 20. Správne žeraviace napätie je potrebné nastaviť drôtovým potenciometrom R typu TP68011/E 33R. Schéma transformátora je na obr. 3.

Ak chceme šetriť energiu zdroja pri napájaní z batérií a displej je zostavený zo segmentoviek LED LQ410 alebo MAN1, môžeme vypnúť displej spojením vývodu 37 na 0 V. Pritom sa všetky časové údaje zachovávajú.

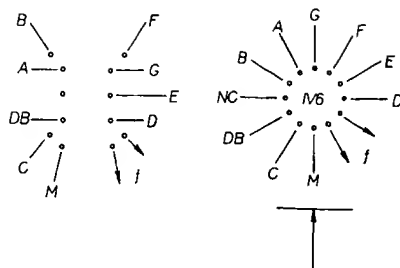
Integrovaný obvod MM5316 indikuje výpadok napájania (sieť) rozdielne pri 12hodinovom a pri 24hodinovom čítaní času. Pri 12hodinovom čítaní indikujú výpadok (neprávy časový údaj na disple-

ji) segmenty EF, zapojené na vývodoch 1, 40, ktoré svietia prerušovaným svetom v rytme 1 Hz, buď segment E alebo F podľa toho aký čas sa zobrazí na displeji (dopoludňajší, odpoľudňajší). Po nastavení správneho času ostane jeden zo segmentov trvale svietiť. Indikácia výpadku siete pri 24hodinovom čítaní času je zložitejšia. Indikácia je rozdielna podľa intervalu svitu segmentov. Segmenty C, F svietia prerušovaným jasom do 10 hodín po výpadku ak v tejto dobe neboli nastavené na správny čas. Segment C ostane svietiť prerušovaným jasom ďalej, viac ako 10 hodín, ale menej ako 20 hodín a svietí segment G po dobu viac ako 20 hodín.

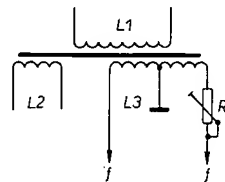
Zapojenie s integrovaným obvodom MM5316 má 7 ovládacích tlačítek. Ich vzájomná kombinácia umožní ešte rozšíriť možnosti ovládania.

- 1 – Tlačítko S6 (vývod 33) – nastavenie minút. (Platí aj pre nastavenie budíka.)
- 2 – Tlačítko S7 (vývod 34) – nastavenie hodín.
- 3 – Tlačítko S1 (vývod 24) – vypnutie budíka na 6–7 minút, možno opakovať po dobu 59 minút.
- 4 – Tlačítko S2 (vývod 26) – vypnutie budíka na 24 hodín.
- 5 – Tlačítko S4 (vývod 32) – zobrazenie sekúnd na displeji.
- 6 – Tlačítko S4, S7 súčasne (vývody 32, 34) – stop čas a nulovanie sekúnd.
- 7 – Tlačítko S5 (vývod 31) – zobrazenie budiaceho času na displeji.
- 8 – Tlačítko S3 (vývod 30) – zobrazenie čítania dolu na displeji.
- 9 – Tlačítko S3, S6 (vývody 30, 33) – nastavenie čítača dolu po minúte.
- 10 – Tlačítko S4, S6, S7 súčasne (vývody 32, 33, 34) – displej sa prestaví na 12:00 pri 12hodinovom čítaní času. – displej sa prestaví na 00:00:00 pri 24hodinovom čítaní času.

Čítač dole (sleep timer), vývod 27 na schéme označený bodom RA môže byť využitý na vypnutie malého spotrebiča v intervale 00 až 59 minút. Predvoľba času je možná tlačítkami S3, S6 súčasne. Čítač číta čas smerom dole, tj. 59, 58, 57 až dosiahne hodnoty 00 minút. Vtedy pripojený spotrebič (pomocou relé) vypne. Ostatné funkcie ostávajú samozrejme zachované. Opätovné nastavenie prevedieme tlačítkami S3, S6 (znovunastavením).



Obr. 2. Zapojenie zobrazovacieho prvku IV6 a jeho pripojenie do dosky 013



Obr. 3. Zapojenie transformátora

Záverom chci napísať, že článok odpovedá na mnohé otázky čitateľov a nadväzuje na túto tématiku uverejnenú v AR 4/80.

Všetchny aktivní součástky, které jsou zapotřebí pro stavbu rozhlasového přijímače s rozsahem středních a velmi krátkých vln, jsou sloučeny do jednoho společného čipu integrovaného obvodu LM1868, který byl uveden na trh výrobcem National Semiconductor. Obvod je vhodný pro použití zvláště v přijímačích se síťovým a bateriovým napájením a v několika kanálových přijímačích. V přijímačích s hodinami jej lze používat spolu s hodinovým integrovaným obvodem MM5402 stejného výrobce. Dynamika vstupního signálu může být až 70 dB. Obvod se napájí napětím 4,5 až 15 V. Při napětí 9 V je nř výstupní výkon 700 mW na zatěžovací impedanci 8 Ω. Součástka je v plastickém pouzdru s 20 vývody.

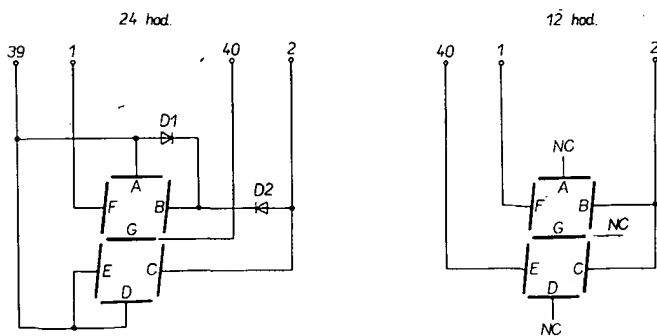
SŽ

Podle podkladů National Semiconductor

Sortiment převodníků analogově číselných pro 3 1/2 místné zobrazení jednotky s kapalnými krystaly, světelnými diodami, plynem plněnými výbojkami, fluoroscenčními a žárovkovými zobrazovací rozšiřuje výrobce Teledyne Semiconductor o další nové typy. K dosud dodávaným převodníkům 8750 (s paralelními výstupy BCD) pro všechny druhy zobrazovačů, 8751 s multiplexními výstupy BCD rovněž pro všechny druhy zobrazovačů, 7106 pro zobrazovače s kapalnými krystaly 7107 pro zobrazovače se světelnými diodami přibývají nové provedení převodníků A/D 7126 pro zobrazovače s kapalnými krystaly s malým příkonem, 7116 pro zobrazovače LCD v přídržném zapojení, 7117 pro zobrazovače se světelnými diodami v přídržném zapojení s MC14433 s multiplexními výstupy BCD pro všechny druhy zobrazovačů.

SŽ

Podle firemních podkladů Teledyne Semiconductor



Obr. 1. Zapojenie 1. číslice (desiatky hodín) pri 12 a 24 hodinovom čítaní času s IO MM5316N

FOTOGRAFICKÁ SÚŤAŽ

na počesť VII. zjazdu Zväzarmu

Ústredný výbor Zväzarmu v spolupráci so Zväzom českých fotografů a Slovenským zväzom fotografů vyhlasuje celoštátnu fotografickú súťaž na počesť VII. zjazdu Zväzarmu.

Cieľom súťaže je – v súlade s úlohami a zámermi obsiahnutými v jednotnom systéme brannej výchovy obyvateľstva, uznesení VI. zjazdu Zväzarmu a v záveroch XVI. zjazdu KSČ – popularizovať poslanie a mnohostrannú činnosť zväzarmovskej organizácie, predovšetkým jej základných článkov.



Statút súťaže:

1. Profesionáli a amatéri sa budú hodnotiť osobitne.

2. Súťaž má dve kategórie: a) čiernobiela fotografia (pozitívne vyhotovenie, formát výlučne 18 x 24 cm), b) farebné diapozitívy.

V oboch kategóriách možno súťažiť maximálne s dvadsiatimi jednotlivými, ešte neuverejnenými fotografiami (lesklými), resp. diapozitívmi. Pripúšťajú sa aj seriály, avšak každý môže tvoriť najviac päť záberov.

3. Do hodnotenia budú zaradené tie súťažné práce, ktoré autori zašlú do 15. septembra 1983 na adresu: ÚV Zväzu českých fotografů, Kalininova 43, 130 00 Praha 3, s označením „Fotosúťaž Zväzarmu“.

4. Čiernobiele fotografie musia byť na rube označené menom a úplnou adresou autora, údajmi o mieste a čase zhotovenia záberu a stručným popisom jeho obsahu s poznámkou, či ide o profesionála alebo amatéra. Farebné diapozitívy v rámčekoch 5 x 5 a 7 x 7 cm (u väčších formátov sa rámček nevyžaduje) musia byť uložené po jednom v obálkach a označené rovnakým spôsobom ako čiernobiele snímky.

5. Prevzatie prác zaslaných do súťaže usporiadateľ každému autorovi písomne potvrdí.

6. Usporiadateľ vráti do dvoch mesiacov účastníkom súťaže tie práce, ktoré neboli ocenené ani za príslušnú úhradu ponechané v archíve ÚV Zväzarmu. Ocenené snímky sa stávajú majetkom ÚV Zväzarmu.

7. Usporiadateľ súťaže si vyhradzuje právo pripraviť z vyhodnotených fotografií výstavu, ocenené snímky publikovať a ďalšie vybrané neocenené snímky si ponechať na prípadné neskoršie použitie (samozrejme za úhradu a pri zachovaní autorských práv).

8. Vyhlasovatelia súťaže nepreberajú zodpovednosť za stratu či poškodenie zásielok pri doprave.

9. Zo súťažných prác – nasnímaných nie skôr ako v roku 1980 – musí byť zrejme, že ide o činnosť či akcie Zväzarmu.

10. Pri hodnotení porota zvýhodní tie fotografie a diapozitívy, ktoré budú z nasledujúcich tematických oblastí:

a) aktívny podiel Zväzarmu a zväzarmovcov na rozvoji a obrane socializmu

– politickovychovná práca základných organizácií,

– besedy, výstavy, práca s mladými ľuďmi, výchova v duchu revolučných a bojových tradícií,

– budovanie materiálnotechnickej základne Zväzarmu, pomoc národnému hospodárstvu,

– Zväzarm a 1. máj,

– spolupráca Zväzarmu s brannými organizáciami socialistických krajín v brannotechnických a športových odvetviach:

b) realizácia štátnych úloh Zväzarmu:

– príprava obyvateľstva na civilnú obranu,

– činnosť klubov dôstojníkov a príporčíkov v zálohe;

c) brannotechnické odbornosti:



– rádiový orientačný beh,

– poľný deň rádioamatérov,

– práca s mládežou v rádiokluboch a hifikluboch Zväzarmu,

– modelárstvo (všeobecne, všetky odvetvia),

– práca a činnosť modelárov (príprava modelov, súťaže),

– práca žien v týchto odbornostiach,

– mládež a zväzarmovská brannotechnická činnosť, oddiely mládeže;

d) ostatná záujmová branná činnosť,

– potápačstvo a branné vodáctvo,

– život v prírode, základná branná príprava, branné tábory mládeže,

– kynológia (ženy, mládež),

– strelectvo (ženy, mládež).

11. Súťažné práce posúdi porota menovaná ústrednými výbormi vyhlasovateľov súťaže. Porota môže navrhnúť niektorú z cien neudeliť, alebo ceny rozdeliť inak než je stanovené.

Amatérske

RADIO

NOSITEL
VYZNAMENÁNÍ
ZA BRANNOU
VÝCHOVU
I. a II. STUPNĚ

ČASOPIS PRO ELEKTRONIKU
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ
ROČNÍK XXXI/1982
KONSTRUKČNÍ PŘÍLOHA

OBSAH

Svazarm v roce 1983	1
Přijďte se podívat	3
Dobrý příklad z Příbrami	6
Soutěže a ankety redakce AR v roce 1983	7
Mikropočítačový systém VSS808	8
Čo s elektronickými hodinami?	31
Béda, vím vítězství	32
Číslicový měřicí přístroj	33
Lavinové generátory	42
Subminiaturní anténa a vř předzesilovač pro VKV	51
Signální generátor 0,1 až 110 MHz	57
Osciloskop 20 MHz	69
Vysokofrekvenční rozmitaný generátor	75
Úprava hodin na 24hodinové čtení času	79
Fotografická súťaž na počesť VII. zjazdu Zväzarmu	80

12. Ceny sa budú udeľovať takto:

a) za snímky spĺňajúce kritériá uvedené v bode 10, kategória čiernobielej fotografie (pozitív 18 x 24 cm):

	Kčs
■ jedna 1. cena	1500,-
■ dve 2. ceny po	1200,-
■ tri 3. ceny po	1000,-
■ desať uznaní s odmenou po	300,-
Kategória farebných diapozitívov	
■ jedna 1. cena	2000,-
■ dve 2. ceny po	1750,-
■ tri 3. ceny po	1500,-
■ desať uznaní s odmenou po	500,-

b) za ostatné snímky:

v kategórii čiernobielej fotografie:

■ jedna 1. cena	1000,-
■ jedna 2. cena	750,-
■ dve 3. ceny po	500,-
■ päť uznaní s odmenou po	200,-

v kategórii farebných diapozitívov:

■ jedna 1. cena	1250,-
■ jedna 2. cena	1000,-
■ dve 3. ceny po	750,-
■ päť uznaní s odmenou po	300,-

Ceny, pokiaľ ide o ich výšku a počet, dostanú práve tak profesionáli ako aj amatéri. Autori prác ocenených 1.–3. cenou prevezmú okrem finančnej odmeny aj diplom.

13. Vyhlasenie výsledkov súťaže spojené s odovzdaním cien sa uskutoční do 11. novembra 1983. Nevýzdvihnuté ceny dostanú autori poštou.

Konstrukční příloha časopisu Amatérské radio

Vydává ÚV Svazarmu ve Vydavatelství NAŠE VOJSKO, Vladislavova 26, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7. Šéfredaktor ing. Jan Klabal, zástupce šéfredaktora Luboš Kalousek, OK1FAC. Redakční rada: RNDr. V. Brunnhofer, OK1HAQ, V. Brzák, OK1DDK, K. Donát, OK1DY, V. Gazda, A. Glanc, OK1GW, I. Harminec, OK3UQ, M. Háša, Z. Hradský, P. Horák, J. Hudec, OK1RE, ing. J. T. Hyán, ing. J. Jaroš, doc. ing. dr. M. Joachim, OK1WI, ing. F. Králík, RNDr. L. Kryška, J. Kroupa, ing. E. Mocik, OK3UE, V. Němec, RNDr. L. Ondříš, ČSc., OK3EM, ing. O. Petráček, OK1NB, ing. F. Smolík, OK1ASF, ing. E. Smutný, V. Teska, doc. ing. J. Vackář, ČSc., laureát st. ceny KG, J. Vorlíček, ing. J. Zima. Redakce Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7, ing. J. Klabal I. 354, L. Kalousek, OK1FAC, ing. P. Engel, A. Hofhans I. 353, ing. A. Myslík, OK1AMY, P. Havlíš, OK1PFM, I. 348, sekretariát M. Trnková I. 355. Cena výtisku 10 Kčs. Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil Vydavatelství NAŠE VOJSKO, administrace Jungmannova 24, 113 66 Praha 1. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS, vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1.

Tiskne NAŠE VOJSKO, n. p., závod 08, 162 00 Praha 6-Liboc, Vlastina 710.

Za původnost a správnost příspěvku ručí autor. Dáno do tisku v květnu 1981. Číslo indexu 46 043. ISSN 0322-9572.

Tato konstrukční příloha má podle plánu vyjít do 31. 12. 1982.

© Vydavatelství NAŠE VOJSKO, Praha, 1982